



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación: INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELECTRICO

Título del proyecto: GENERACIÓN ELÉCTRICA EN UNA MINICENTRAL DE  
LAKUNTZA

Xabier Lizarraga Andueza

Blas Hermoso Alameda

Justo García Ortega

Pamplona, 19 de Julio de 2012

## Índice Proyecto Minicentral de Lakuntza

- 1- Antecedentes.
  - 1.1-Acualidad.
- 2- Objeto del proyecto.
- 3- Reglamentación aplicable y relacionada con el proyecto.
- 4- Estudio de recursos hidráulicos aplicables y Caudales Ecológicos.
- 5- Estudio topográfico del terreno y el proyecto.
- 6- Datos de partida
- 7- Parámetros iniciales de diseño de la central.
- 8- Diseño y selección de los componentes principales de la central hidráulica  
Justificación y cálculos.
  - 8.1-Componentes Hidraulicos
  - 8.2-Componentes Mecanicos
  - 8.3- Componentes Eléctricos
- 9- Regulación y control de la Minicentral Hidráulica
- 10- Instalación Eléctrica
  - 10.1- Instalación en Baja Tensión
  - 10.2- Centro de transformación y medida
  - 10.3- Instalación en Alta Tensión
  - 10.4-Puesta a tierra
- 11-Obra Civil
  - 11.1- Canales Hidráulicos
  - 11.2- Sala de turbinas y generación
- 12- Planos de la instalación
- 13-Impacto medio ambiental y normativas de observancia



14-Produccion eléctrica anual

15- Presupuesto de la construcción de la Minicentral Hidráulica

16-Estudio de viabilidad y retorno de inversión

17-Pliego de Condiciones

18-Conclusiones

19-Bibliografía

20-Anexos



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación : INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELECTRICO

Título del proyecto: GENERACIÓN ELÉCTRICA EN UNA MINICENTRAL DE  
LAKUNTZA

MEMORIA

Xabier Lizarraga Andueza

Blas Hermoso Alameda

Justo García Ortega

Pamplona, 19 de Julio de 2012



## Índice

1-Antecedentes .....	1
1.1 Actualidad .....	1
2-Objeto del proyecto.....	1
3-Reglamentación aplicable y relacionada con el proyecto .....	2
4-Estudio de recursos Hidráulicos aplicables y caudales ecológicos.....	2
5-Estudio Topográfico del Terreno .....	3
6-Datos de partida .....	3
7-Parámetros iniciales de diseño de la central.....	3
7.1 Situación Geográfica .....	3
7.2 Accesos .....	4
7.3 Descripción de las Instalaciones .....	4
7.3.1 Azud ó presa de derivación: .....	4
7.3.2 Escala de Peces y Canal de Atracción .....	4
7.3.3 Obra de toma.....	5
7.3.4 Reja de Gruesos .....	5
7.3.5 Compuerta de alimentación y regulación a canal .....	5
7.3.6 Canal de transporte .....	6
7.3.7 Cámara de Carga.....	6
7.3.8 Aliviadero .....	6
7.3.9 Rejilla de Finos .....	7
7.3.10 Canal Lateral a Turbina .....	7
7.3.11 Cámara de Turbina .....	8
7.3.12 Turbina.....	8
7.3.13 Acoplamiento directo Turbina - Generador (sin Multiplicador).....	8
7.3.14 Generador.....	8
7.3.15 Compuerta Cámara de Restitución.....	8
7.3.16 Edificio .....	9
7.3.17 Celdas de Alta Tensión.....	9
7.3.18 Transformadores .....	10

7.3.19 Línea de Alta Tensión.....	10
7.3.20 Autómata Programable – PLC.....	10
7.3.21 Elementos Auxiliares.....	11
7.3.22 Relación de Elementos Mecánicos .....	13
7.3.23 Producción de energía eléctrica anual .....	14
7.3.24 Presupuesto .....	14

## **1-Antecedentes**

Este proyecto de actividades clasificadas consta de una Minicentral Hidroeléctrica en Lakuntza (Navarra) en el Río Araquil en el término municipal de Lakuntza. Este proyecto nace sobre una concesión existente de los años 30 de aprovechamiento de fuerza motriz del viejo Molino que rebasa en una concesión de 1500 litros/segundo. En lo sucesivo nos referiremos a esta concesión del Viejo Molino (V.M) donde con posterioridad se tramita en la Confederación Hidrográfica de Ebro un proyecto de rehabilitación para un caudal de 10,5 m<sup>3</sup>/s, cuyo trámite obtiene el aprobado desde la C.H.E. (Confederación Hidrográfica de Ebro) y la Administración de Industria del Gobierno de Navarra.

### **1.1 Actualidad**

Con la crisis económica y energética de 1973-1979 y la que ahora estamos inmersos desde 2008 hasta la actualidad, la Comunidad Económica Europea siendo la principal castigada de estas dos recientes crisis, y comprobando que las consecuencias que provocan sobre la sociedad ha generado la concienciación social sobre el aprovechamiento de las energías renovables. La sociedad ha visto la necesidad de dejar de depender de tan contaminantes y tan caros carburantes como a su vez de terceros países suministradores.

Este país no podía dejar pasar esta gran oportunidad respecto a tan limpias y baratas hasta la vida útil de la concesión una vez amortizada la inversión, energía de origen renovable llegando a ser uno de los principales generadores de energía hidroeléctrica en Europa.

## **2-Objeto del proyecto**

Se pretende y como proyecto fin de carrera realizar un proyecto basado en una concesión real con datos reales como caudal, altura, canal de alimentado, edificio de turbina o sala de maquinas que se construirá a 30 metros del Viejo Molino, turbinas etc..., con independencia de los planes que la empresa adjudicataria de la concesión tenga previsto. Hasta la fecha, dicha empresa no ha desarrollado hasta la fecha la concesión adjudicada. El proyecto se ubica en la margen derecha del Río Araquil en el término municipal de Lakuntza.

A su vez el presente proyecto, tiene por objeto la determinación de las condiciones técnicas, para realizar las mismas de forma que considerando la actividad que esta engloba como dentro de “Actividades Clasificadas”, cumplimentado lo establecido en los siguientes reglamentos ordenanzas y normas. Por último entre los objetivos más importantes tendremos determinar las condiciones nominales de caudal y salto de la turbina que optimicen la producción eléctrica de la central, realizar el diseño y especificación de los distintos elementos de la central: turbina hidráulica, válvulas de control y seguridad, canales, sistema de mando y control, y para concluir el análisis de la viabilidad económica del proyecto.

### **3-Reglamentación aplicable y relacionada con el proyecto**

- Ley 82/1980 de 30 de Diciembre sobre la Conservación de la Energía.
- Real Decreto 2366/94 sobre la producción de la energía eléctrica.
- Real Decreto 1217/ 1981 de 10 Abril para el fomento de la producción hidroeléctrica en pequeñas centrales.
- Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, subestaciones y centros de transformación. Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre.
- Decreto Foral 344/1990 de 20 Diciembre referido a aspectos ambientales.
- Ley Foral 16/1989 de 25 de Diciembre de actividades para la protección del medio ambiente.
- Ley 31 /1995, de 8 de Noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, (Decreto de la presidencia del Gobierno 2414/1.961 B.O.E. de 7 de Diciembre del mismo año) y Disposiciones Complementarias.
- Norma Básica de la Edificación NVE-CPI-96. Condiciones de Protección contra incendios (Real Decreto 1.587/82 de 25 de Junio).
- Decreto Foral 344/1990 de 20 de Diciembre por el que se determinan los aspectos ambientales que deberán contemplar los proyectos de instalación de pequeñas centrales hidroeléctricas y se establecen conjuntamente con otras medidas de protección del medio ambiente, los caudales mínimos a respetar en los cauces fluviales afectados.

### **4-Estudio de recursos Hidráulicos aplicables y caudales ecológicos**

Los datos y medidas sobre los caudales utilizados para la realización de este proyecto han sido facilitados por el Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Navarra, concretamente de su estación de aforamiento situada en la localidad de Etxarren (Navarra). Las tablas correspondientes a los datos recogidos se adjuntan en el anexo de datos.

El caudal ecológico se puede definir como aquel caudal mínimo a respetar en su funcionamiento por cualquier pequeña central hidroeléctrica en el río afectado, tanto si es de nueva planta como si es de ampliación de otra ya existente. Para un caudal nominal turbinable fijado en 10.5 m<sup>3</sup>/s se ha establecido un caudal Ecológico de 0.9 m<sup>3</sup>/s que ha sido justificado y

calculado en la sección de cálculos y justificación. El caudal ecológico será la suma de los caudales de la Escala de Peces y de la de la Escotadura de Atracción o Canal de Atracción que en ninguno de los casos podrá ser inferior al fijado en  $0.9 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## **5-Estudio Topográfico del Terreno**

Para la toma de datos topográficos de la zona afectada por las obras de construcción de la minicentral, se ha utilizado una estación total WILD TC-400, que mide ángulos horizontales y verticales con una precisión de 10 cc según el DIN 18723. Para la recogida de datos se utilizó un colector PSION modelo LZ-64. El programa topográfico permite detectar los errores angulares altimétricos.

Los datos de campo han sido tratados informáticamente mediante el programa AUTOCAD, generándose un modelo digitalizado que ha permitido definir el trazado de la obra, definiendo pendientes y obteniendo todos los datos necesarios para efectuar las mediciones de las distintas unidades de obras.

En el anexo de datos Topograficos se han adjuntado los datos de las nubes de puntos y se ha realizado un plano en el que adjunta lo anteriormente dicho.

## **6-Datos de partida**

Teniendo en cuenta lo datos de los caudales recogidos en el río Araquil en los últimos 20 años ha sido aprobada una concesión por parte del Departamento de Industria del Gobierno de Navarra para un caudal turbinable de  $10.5 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Por otro lado mediante el estudio topográfico, considerando las medidas de las cotas de aguas arriba en la lamina de agua en azud y aguas abajo en la lamina de agua, se determina que el salto bruto existente es de 5.7 metros.

## **7-Parámetros iniciales de diseño de la central**

Todas las partes descritas en esta sección han sido especificadas en la sección cálculos y justificación.

### **7.1 Situación Geográfica**

La minicentral hidroeléctrica, turбина las aguas que fluyen por el río Araquil Este se ubica en la margen derecha del río y está localizada en el término municipal de Lakuntza (Navarra).

En los planos que se adjuntan puede apreciarse la presa, canal de transporte, ubicación del nuevo edificio de turbina situado a 30 metros norte y sentido de flujo del canal respecto del molino, sala de máquinas, componentes eléctricos, etc.



## **7.2 Accesos**

La minicentral hidroeléctrica se encuentra en la localidad de Lakuntza. Dicha localidad se encuentra a 39 km de Pamplona y 50 Km de Vitoria. La minicentral hidroeléctrica está situada a 1Km del casco urbano donde su acceso está totalmente asfaltado e indicado hasta la propia central.

## **7.3 Descripción de las Instalaciones**

Esta minicentral hidroeléctrica consta de:

### **7.3.1 Azud ó presa de derivación:**

Esta presa tiene una anchura aproximada de 47 metros y una altura medida en la zona central del rio de 2,90 metros medidos en época de estiaje. El espesor en su coronación es de 1,10 metros aproximadamente, está construida de piedra de sillería. El estado de conservación de esta presa es bueno.

### **7.3.2 Escala de Peces y Canal de Atracción**

Actualmente el azud existente impide el libre tránsito de los peces a través del cauce del rio, por no existir escala de peces. Para facilitar el libre tránsito de los peces por el rio, y para que el azud o presa de derivación no sea una barrera física infranqueable, cumpliendo con la Ley Foral 16/1989 de 25 de Diciembre de actividades para la protección del medio ambiente, se construirá una escala de peces de tal manera que facilite el libre tránsito de las especies existentes en este rio. La presa en su lado izquierdo llevara una escotadura para permitir el paso del agua, con el objetivo de complementar el caudal ecológico. Teniendo en cuenta que la altura del azud o presa de derivación es de 2.90 metros, el numero de escalones de la escala de peces será 9, de tal forma que estos escalones o pozas ascendentes tengan una escotadura de 0.42 m.

Por ello podemos determinar que el caudal  $Q_1$ , que es el caudal que pasa por la escala de peces, mas  $Q_2$ , que es el caudal por la escotadura o canal de atracción constituyen el caudal ecológico fijado en  $0.9 \text{ m}^3/\text{s}$ .

$$Q_1 + Q_2 = 0.9 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (Caudal Ecológico)}$$

La forma constructiva y detalles se indican en la sección de cálculos y justificación, con su plano correspondiente en la sección de planos.

### **7.3.3 Obra de toma**

Se encuentra en la margen derecha del río, y este será hecha a base de hormigón armado con paredes de 50 centímetros de espesor, y 14 metros de longitud en cuya entrada se colocarán las dos guías donde se deslizará la compuerta tipo vagón de dimensiones 5 x 2,5 m. Esta compuerta será regulada desde la propia central, y será la encargada de garantizar en todo momento el caudal disponible a la central, así como el evitar que cuando haya avenidas (entre mas caudal al canal que el que la turbina tenga capacidad para turbinar).

### **7.3.4 Reja de Gruesos**

A unos 8 metros contados desde el comienzo del canal, se colocará una reja con el objeto de evitar que pasen troncos, ramas, etc. La separación entre las barras de la reja de gruesos será de 100 mm, con las mismas dimensiones que el canal en el que está instalado.

### **7.3.5 Compuerta de alimentación y regulación a canal**

Se instala al inicio del canal, y posterior a la reja de gruesos. Una compuerta tipo vagón de dimensiones de 5x2.5 mm ancho por altura el cual se desliza sobre 6 rodillos dispuestos en los cantos verticales de las compuertas. Estos rodillos permiten un deslizamiento suave de la compuerta sobre su estructura o marco guía. La estanqueidad de la compuerta se produce mediante unas juntas tubulares de cauchos especiales dispuestos verticalmente en ambos cantos. El accionamiento de la compuerta se produce mediante un pistón hidráulico de doble acción dispuesto verticalmente en el pórtico de la compuerta. En un lateral del canal se dispone de un pequeño habitáculo donde se aloja la pequeña central oleo Hidráulica de accionamiento de compuerta. Esta pequeña central hidráulica consta principalmente de:

- Deposito de aceite.
- Moto bomba hidráulica
- Tuberías de impulsión y retorno de aceite de pistón
- Válvulas de paso y retorno
- Válvulas limitadoras de la presión.
- Presostato y termostato de control, alarma de presión y temperatura de aceite.
- Resistencia de caldeo y mínima temperatura de aceite en el depósito.

La caseta que aloja la minicentral hidráulica está alimentada eléctricamente desde la sala de maquinas, y dispone de alumbrado y pequeño panel eléctrico. En la sala de maquinas se

recibe mediante cables de control el estado de sus componentes como pueden ser: La compuerta, la posición de la compuerta de la minicentral hidráulica, las alarmas, las anomalías en general, etc. En caso de fallo de corriente el piston hidráulico puede ser accionado por una bomba manual.

El cálculo y justificación de la compuerta se describe más adelante en el capítulo de cálculos.

### ***7.3.6 Canal de transporte***

El canal de transporte tiene una longitud aproximada de 550 metros. La sección será en forma trapezoidal donde sus dimensiones serán de 5 metros de anchura en la base 2,5 metros de altura y 7 metros de anchura en la zona más alta del canal en todo su recorrido. Al comienzo del mismo dispondrá de la compuerta tipo vagón que hemos señalado en el punto anterior. Además de ello dispondrá de escaleras colocadas cada 30 metros para poder acceder al canal.

### ***7.3.7 Cámara de Carga***

Al final del canal de transporte, y antes de la cámara de turbina, se encuentra la cámara de carga. El objeto de esta cámara, es que mediante un aumento de la sección del canal, es decir, un ensanchamiento y mayor profundidad, conseguimos reducir la velocidad del agua a más de la mitad respecto a la que circula por el canal. Lo que logramos es que por esta disminución de velocidad, del agua se sedimentan algunos objetos que está arrastra consigo, como pueden ser fundamentalmente arenas piedras, palos etc. Estos sedimentos pesados serán enviados al canal lateral de turbina mediante la apertura de la compuerta arenera de 2.3 metros de ancho y 1.2 metros de alto. Los flotantes serán atrapados en la rejilla de finos y eliminados por el rastrillo. También y por el motivo de que el agua pierde velocidad, en su desplazamiento en el camino hacia las turbinas, se consigue disminuir la pérdida de carga que nos ocasiona la rejilla de finos.

### ***7.3.8 Aliviadero***

El Aliviadero consiste en un rebaje hecho en la pared de la cámara de carga situada junto al canal lateral de la turbina. El objetivo del Aliviadero es dirigir todo caudal superior a los 10.5 m<sup>3</sup>/s al canal lateral de la turbina, ya que, para nuestra central todo el limite de caudal turbinable es de 10.5 m<sup>3</sup>/s. El aliviadero consta de una longitud de 30 metros en la pared de la cámara de carga y a su vez de un rebaje de 45 centímetros respecto a la otra pared de la cámara de carga. El Aliviadero es una construcción que permite regular derivar el caudal sobrante.

### **7.3.9 *Rejilla de Finos***

El objetivo principal de la rejilla de finos es la encargada de evitar el paso de residuos a la turbina cuando estos residuos tienen una anchura superior a 25 mm.

Esta rejilla de finos se apoya en su parte de abajo en la solera del canal y la zona de arriba en el propio forjado ó plancha de hormigón sobre la cual se disponen los elementos de amarre del conjunto. La rejilla tendrá unas dimensiones de 7 metros de ancho y 4.5 metros de alto.

Los peines de la rejilla vuelcan los residuos sobre un canal de recogida dispuesto en el lateral de la mencionada viga, que a su vez dirigen todos los desechos a un contenedor que se dispone en un lateral.

La separación entre cada pletina galvanizada de esta rejilla de fino será de 25 mm. Esta rejilla dispondrá de una geometría hidrodinámica con el objetivo de disminuir la pérdida de carga en todo lo posible.

### **7.3.10 *Canal Lateral a Turbina***

Naciendo en la cámara de carga y terminando en el canal de descarga se ha previsto un pequeño canal de servicio cuya función primordial se describe:

La cámara de carga de sección rectangular de profundidad gradual creciente respecto a fondo del canal principal, es de dimensiones 35 x 7 m largo x ancho con cerramiento lateral y fondo de muro de hormigón armado de pared 300 mm y altura 500 mm sobre lamina de agua en operación nominal, es decir cota = 477.38 m y cota=477.88 de coronación del muro lateral, dispone en su margen izquierda de una escotadura de alivio de posibles crecidas, donde esta escotadura vierte sus aguas sobre este canal lateral.

#### **Funciones de Canal Lateral:**

- Recogido de crecidas rebose desde cámara de carga evitando la llegada excesiva de agua a la turbina.
- Recogido de aguas, piedras, arenas, etc.... desde compuerta arenera.
- Recogido de aguas de baldeo desde el canal residuos de rejilla
- Recogida válvula de vaciado de cámara espiral y bomba de achique de cámara espiral.

Este canal, siendo de dimensiones 2 x 2 m, estará construido de hormigón armado y tendrá una longitud aproximado de 80 m con su pendiente media del 12 %, estará seco en operación normal y no tiene la función de escala de peces.

### **7.3.11 Cámara de Turbina**

Una vez que el agua atraviesa la rejilla de finos, comienza la cámara de turbina, que es un recipiente de hormigón con forma cónica decreciente continuando con la tubería forzada hasta la espiral ó caracol, cuyo cometido es darle al agua un “prejoro” y orientación antes de que entre en el distribuidor de alabes fijos y a través de este a la propia turbina y su objeto es aumentar el rendimiento de este tipo de máquinas. Antes de esta cámara de turbina irá colocada una compuerta de tipo vagón que se desliza sobre 8 ruedas en el sentido vertical y será accionada mediante su correspondiente cilindro ó actuador oleo hidráulico, de doble efecto, es decir el aceite de inyección al cilindro puede actuar por la parte inferior o superior al cilindro y por tanto actuar sobre la parte inferior o superior del pistón izando o descendiendo la compuerta vagón, esta compuerta tiene la función de regulación de caudal a turbina pudiendo posicionarse de forma estable en cualquier lugar de su carrera. Otra función de esta compuerta es la de ofrecer seguridad en la central, cerrando la admisión de agua a la turbina en caso de anomalía. La compuerta tendrá unas dimensiones de 4.5 metros de ancho y 2.4 metros de alto.

### **7.3.12 Turbina**

Será de tipo semi- kaplan de alabes fijos en distribuidor y regulación en el ángulo de palas del rodete. Permanentemente la regulación se realizara por un mecanismo oleo hidráulico gobernado por el PLC haciendo que exclusivamente las palas del rodete se muevan obteniendo la posición optima en cada momento y así el máximo rendimiento posible en función del nivel de agua en la cámara de carga.

### **7.3.13 Acoplamiento directo Turbina - Generador (sin Multiplicador)**

Siendo el salto útil de 5,3 metros, relativamente bajo resulta que las turbinas que se adaptan a este salto son de baja velocidad en rpm.

### **7.3.14 Generador**

El generador a instalar será del tipo síncrono LSA-710-K/20 trifásico sin escobillas de 600 KVA y una potencia activa de 540 KW a 300 r.p.m. de tipo vertical, con esfuerzo axial y radial recibido a través del acoplamiento de la turbina. Generando a 3000 V de tensión en bornes y a una frecuencia de 50Hz.

### **7.3.15 Compuerta Cámara de Restitución**

Está constituida por 2 compuertas de 3.5 x 2 metros de ancho por alto. Ambas puertas se apoyan en un nervio central que tiene diferentes objetivos como:

- Ser el apoyo de las dos compuertas de tipo vagón.

-Rectificación del agua por la tubería de descarga, hace que salga el agua en régimen laminar, no forme turbulencias haciendo así que las pérdidas sean lo más bajas posibles.

### **7.3.16 Edificio**

Se construirá un nuevo edificio y perpendicular al río al objeto de acortar el canal de descarga y aprovechar el máximo salto posible. Las dimensiones aproximadas de este edificio serán de 14.6 metros de largo por 10 metros de ancho (con un añadido que corresponde a la celda de transformador de alta) donde se alojarán todos los equipos de la minicentral hidroeléctrica, como son las cabinas de alta tensión, transformadores, cuadros de protección y maniobra, grupo turbina alternador etc, la altura de la central será de 9 metros. Dicho edificio incorporará una puerta de acceso para las personas así como una puerta levadiza para los elementos de la instalación y entrada de camión. Cabe destacar que dentro de la instalación irá alojado un puente grúa que tendrá como finalidad poder mover los elementos de la instalación en caso de anomalía, siendo la capacidad del puente grúa de 16 toneladas. Por último destacar que la fachada del edificio llevara en los 4 lados unos ventanales que tendrá como objetivo aprovechar al máximo la luz solar, generando así un ahorro en la utilización de iluminación artificial. (Véase planos en Anexo)

### **7.3.17 Celdas de Alta Tensión**

Las celdas de Alta Tensión que contiene nuestra central hidráulica son las siguientes:

- **Celda de Acometida:** Es un interruptor seccionador de 3 posiciones que permite el embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar la unión o poner a tierra, simultáneamente los 3 cables de media tensión.
- **Celda de Protección:** Además de un interruptor como la celda de línea, incluye la protección con fusibles, pudiendo se realizar la asociación o combinación con el interruptor.
- **Celda de Medida:** Es una celda pequeña que constituye un bloque pequeño, donde van alojados tanto transformadores de tensión como de corriente, cuya finalidad es la de medir.
- **Celda de Sincronismo:** Son Sistemas que manejan grupos electrógenos, que permiten y a su vez controlan el funcionamiento de nuestra central en paralelo con la red.
- **Celda de protección del Generador:** Permite realizar la protección de la línea de conexión del generador y las celdas y del propio generador. Evita el paso de corto circuitos tanto aguas arriba como aguas abajo.

- **Celda de Medida del Generador:** Permite medir la variables eléctricas emitidas por el generador, exclusivamente esta celda está asociada al generador.

Todas las celdas están preparadas para poder trabajar hasta 24 Kv, aunque la línea de descarga de Iberdrola lo sea de 20kV. La tensión de servicio, de las celdas y el transformador estarán diseñados para 20 Kv.

### ***7.3.18 Transformadores***

El transformador de la instalación eléctrica es un transformador de la marca Imefy, que se ubica en la Sala de Maquinas de nuestra centra. La Potencia Aparente de 1000 KVA. Nuestro transformador realiza la conversión de la tensión generada por nuestro generador Síncrono, pasando la tensión de 3Kv a 20Kv de la red. Por último decir que nuestro transformador está conectado en estrella en el lado del primario y en triangulo en el lado del secundario.

### ***7.3.19 Línea de Alta Tensión***

La línea de alta tensión es la que interconectará nuestra minicentral hidroeléctrica con la red. El trazado aproximado que llevará esta línea se indica en el plano de situación que se adjunta, variando su trazado en función de donde dictamen los servicios técnicos de Iberdrola de cuál será el apoyo donde encontrara nuestra línea con la red eléctrica de distribución. La distancia de nuestra central es muy corta por ello la conexión se realizara a una línea de Iberdrola ya existente, dada su proximidad, no tendiendo que instalar ningún poste nuevo, por nuestra parte. La distancia del extremo de la Central Hidraulica el porte mas próximo es de 4 m.

### ***7.3.20 Autómata Programable – PLC***

Al objeto de coordinar y controlar, disparos acoplamiento regulación del caudal de agua, calentamiento de rodamientos, etc., se instalará un autómata programable ó PLC, que será el encargado de vigilar toda la minicentral hidroeléctrica, y a través de el poder comunicarnos vía profibus, vía satélite con todo lo que suceda en la propia central desde donde se quiera, en caso de que la parada de esta sea por causa de una avería, ó por cualquier otro motivo.

### **7.3.21 Elementos Auxiliares**

Los elementos auxiliares son aquellos elementos que no son integrantes de la instalación pero son totalmente necesarios para el correcto funcionamiento de la minicentral. Los elementos auxiliares serán alimentados por una línea de la propia empresa eléctrica. Dicha línea será de 400 Voltios con 3 fases + neutro. La potencia de los servicios auxiliares será de unos 50 Kw, una potencia ampliamente sobredimensionada, es decir, la previsión de potencia estará constituida para posibles ampliaciones en un futuro.

#### **7.3.21.1 Equipos Contra Incendios**

Esta minicentral se dotara de las siguientes medidas de protección contra incendios.

##### *Extintores:*

Se instalaran extintores de CO<sub>2</sub> al lado del cuadro de protección y maniobra, y de eficacia 21<sup>a</sup>-113B ó polvo seco en el resto del inmueble. En este caso como el edificio es de hormigón armado no es necesario el proteger la estructura mediante ningún tratamiento especial.

En cuanto a los materiales de revestimiento, no hay ninguno que pueda ser propagador de la llama, ya que la estructura donde se sustentara el edificio será de hormigón armado, las paredes serán de hormigón armado en su parte de abajo, y de bloque en su parte alta. La cubierta del edificio será de chapa prelacada de color rojo.

#### **7.3.21.2 Alumbrado Interior**

El alumbrado de la central estará constituido por 8 focos de 0.4 Kw.

##### *Alumbrado de Emergencia y Señalización:*

Se instalarán bloques autónomos de alumbrado de emergencia, para en el caso de que falle la tensión de red, con una autonomía de 100 minutos. Estos bloques de emergencia disponen de piloto de señalización y flecha indicadora de la dirección de salida estando estos desplazados en las puertas, y con la inscripción de “SALIDA” colocados encima de estas. La potencia calculada para el alumbrado de emergencia es de 0.6 Kw

La suma de las potencias para el alumbrado determina que la potencia necesaria es de: 4.3 Kw



### *7.3.21.3 Bases de Enchufe*

Serán distribuidas de forma equitativa por la minicentral, con previa distribución de los diferentes elementos a alimentar. A su vez irán alimentados con una tensión de 230 y 400V entre fase y neutro con circuito independiente a la de la iluminación. Estas bases de enchufe serán de 32 amperios. La potencia de estas bases de enchufe será de 5Kw, teniendo en cuenta que se han sumado los enchufes de la sala de maquinas y de la caseta del grupo oleo hidráulico.

### *7.3.21.4 Bomba de baldeo*

La bomba de baldeo es la bomba encargada de llevar agua al canal del limpia rejas, con el objetivo de conducir al canal lateral una vez retirados al contenedor la mayor parte de los desechos atrapados por la reja que suba el limpia rejas al canal. La potencia del motor de la bomba se ha fijado en 3 Kw.

### *7.3.21.5 Bomba de Achique*

La bomba de achique es la bomba situada en el interior de la sala de maquinas. La bomba de achique tiene como objetivo achicar todo el agua que quede desde la cámara de turbina y hasta la compuerta de aspiración, después de que se hayan cerrado la compuerta vagón de la cámara de carga así como la compuerta vagón del canal de restitución. La potencia del motor de la bomba se ha fijado en 3 Kw.

### *7.3.21.6 Motor Limpia Rejas*

El Piston del limpia rejas es aquel que tiene como misión limpiar la rejilla de finos situada en la cámara de carga. Cuando el detector de nivel detecta una diferencia superior a un valor determinado entre el caudal de los dos lados de la rejilla de finos reflejado en la diferencia de lamina antes y despues, es decir, cuando la perdida de carga supera un valor ya estipulado en la rejilla de finos, los pistones del limpia rejas se activa y comienza ha limpiar con los peines que dispone la rejilla de finos. La potencia del motor se ha fijado en 3 Kw.

### *7.3.21.7 Motor de del grupo hidráulico de la turbina*

La turbina lleva un circuito de aceite para la refrigeración de los elementos, para evitar lubricar los elementos que lo constituyen y para alimentar el piston-cilindro de movimiento de los alabes entre otras funciones. Todo ello conlleva que el flujo del aceite deba ser bombeado por una bomba que a su vez esta accionada por un motor que se ha calculado en 5,5 Kw.

### *7.3.22 Relación de Elementos Mecánicos*

Para ejercer esta actividad de MINICENTRAL HIDROELECTRICA la maquinaria a utilizar será la siguiente:

1. TURBINA TIPO SEMI-KAPLAN DE SIMPLE REGULACION
2. GENERADOR SINCRONO TRIFASICO DE .....540 Kw
3. TRANSFORMADOR DE.....1000 KVA
4. LIMPIAREJILLAS AUTOMATICOS.....2
5. COMPUERTA DE ENTRADA A CANAL.....3 Kw
6. COMPUERTAS DE DESAGUE.....2
7. BOMBAS DE CENTRAL OLEO- HIDRAULICA.....2 x 5,5 Kw (Una de reserva)
8. BOMBAS DE ACHIQUE.....3 Kw
9. BOMBA DE BALDEO.....3 Kw
10. ILUMINACION.....4.3 Kw
11. EXCITACIÓN DE LA MAQUINA SINCRONA.....2.5 Kw
12. ENCHUFES.....5 Kw

Los elementos de limpia rejillas, compuerta de la turbina y compuertas de de sagüe van alimentados por la central olo-Hidraulico,

### ***7.3.23 Producción de energía eléctrica anual***

- La producción eléctrica anual y la remuneración se han calculado según los siguientes parámetros:
- Caudales medios diarios mensuales en m<sup>3</sup>/h (teniendo en cuenta los días de caudal turbinable)
- Caudal Ecológico
- Rendimiento de la turbina
- Rendimiento del generador
- Rendimiento del transformador
- Potencia eléctrica producida
- Valor de generación en €/kw

Después de realizar los cálculos, que se detallan en el apartado de cálculos, se ha estimado para que para un año de caudales mensuales medios se obtendrían **173.623,75Euros**.

### ***7.3.24 Presupuesto***

El presupuesto de construcción y puesta en marcha de la minicentral asciende a:

**2.559.351,73 Euros.**



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación: INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELECTRICO

Título del proyecto: GENERACIÓN ELÉCTRICA EN UNA MINICENTRAL DE  
LAKUNTZA

### CALCULOS

Xabier Lizarraga Andueza

Blas Hermoso Alameda

Justo García Ortega

Pamplona, 19 de Julio de 2012

## Índice

8- Diseño y selección de los componentes principales de la central hidráulica. Justificación y cálculos	1
8.1 Componentes Hidráulicos.....	1
8.1.1 Caudal .....	1
8.1.2 Azud ó presa de derivación.....	1
8.1.3 Escala de Peces (Ver plano numero 10 en el anexo) .....	1
8.1.4 Caudal de la Escotadura de Atracción .....	3
8.1.5 Justificación del caudal ecológico a respetar.....	4
8.1.6 Toma .....	5
8.1.7 Rejilla de Gruesos .....	5
8.1.8 Compuerta Tipo Vagón en el inicio del canal .....	5
8.1.9 Canal de transporte .....	7
8.1.10 Cámara de Carga.....	13
8.1.11 Aliviadero o Escotadura de Alivio .....	14
8.1.12 Rejilla de Finos .....	14
8.1.13 Compuerta Vagón de Cámara de Turbina .....	15
8.1.14 Cámara de Turbina .....	17
8.1.15 Cámara Espiral .....	17
8.1.16 Compuerta Vagón de Cámara de Restitución.....	17
8.1.17 Salto Bruto .....	19
8.1.18 Recopilación de todas las pérdidas de Carga .....	19
8.1.19 Salto Útil o Salto Neto.....	20
8.1.20 Canal de Desagüe.....	20
8.2 Componentes Mecánicos .....	22
8.2.1Tipos de Turbinas Hidráulicas.....	22
8.2.2 Tipos de Turbinas de Accion .....	23
8.2.3.1 Turbinas Francis .....	26
8.2.3.2 Turbinas Kaplan y semi-Kaplan .....	28
8.2.4 Turbina seleccionada .....	32
8.2.5 Parámetros de Cavitación y Posición de las turbinas .....	38

8.2.6 Grafica de alturas – Caudales con zonas de idoneidad y aplicación de diversos tipos de turbina .....	41
8.2.7 Grafica para la selección de la turbina según la velocidad del rodete y la altura del agua a turbinar. ....	42
8.2.8 Otras características de la Turbina .....	43
8.2.9 Mantenimiento de la turbina .....	44
8.3 Generador Eléctrico .....	44
8.3.1 Tipos de Generadores Eléctricos .....	44
8.3.2 Maquina Síncrona .....	45
8.3.3 Construcción de la Maquina Síncrona .....	45
8.3.4 Maquinas Síncronas como generadores.....	46
8.3.5 Funcionamiento como Generador.....	46
8.3.6 Maquinas Síncronas como motores .....	48
8.3.7 Circuito Equivalente de la maquina Síncrona .....	48
8.3.8 Maquina Asíncrona .....	49
8.3.9 Construcción de la Maquina Asíncrona .....	49
8.3.10 Funcionamiento como Motor de la maquina Asíncrona .....	50
8.3.11 Circuito Equivalente de la maquina Asíncrona .....	51
8.3.12 Requisitos eléctricos que debemos tener en cuenta al conectar una maquina Síncrona a la red eléctrica según el reglamento .....	51
8.3.13 Características del Generador Seleccionado .....	55
8.3.14 Grafica del Generador .....	57
8.3.15 Excitación del generador .....	58
8.3.16 Limites de funcionamiento de la maquina Síncrona .....	60
8.3.17 Otras componentes Mecánicos .....	60
8.4 Componentes Eléctricos .....	60
8.4.1 Elemento Auxiliares de la minicentral hidráulica .....	60
8.4.2 Calculo de las secciones de los cables de los elementos auxiliares.....	61
9-Regulación y control de la Minicentral Hidráulica.....	69
9.1 Regulación Directa .....	69
9.2 Regulación Indirecta .....	70
9.2.1 Elemento Sensible a la Velocidad .....	70

9.2.2 Válvula de Control .....	70
9.2.3 Servomotor .....	70
9.2.4 Velocidad de Embalamiento o de Fuga .....	73
9.3PUESTA EN MARCHA Y REGULACIÓN DEL GRUPO TURBINA-GENERADOR.....	73
9.3.1 Condiciones de arranque de la Central .....	73
9.4 Arranque de la Central – Arranque del grupo turbina-generator .....	77
9.4.1 Regulador Wood Ward SPM-010.....	79
9.4.2 Control del $\cos \phi$ o control de la corriente de excitación para un $\cos \phi$ próximo a 1 como requisito de RED .....	80
9.4.3 Acciones en caso de anomalía, malfunción, alarma o bajo caudal o nivel de agua .....	80
10- Instalación Eléctrica .....	83
10.1 Instalación en Baja Tensión .....	83
10.1.1 Centro de Control de motores CCM y cuadro de regulación y control .....	83
10.2- Centro de transformación y medida .....	84
10.3- Instalación en Alta Tensión.....	84
10.4 Punto de conexión a la red .....	85
10.5 Puesta a Tierra .....	85
11-Obra Civil .....	87
11.1 Canal de transporte de la Central Hidraulica.....	87
11.2 Correas de Fachada .....	88
11.3 Calculo de las Correas de Cubierta .....	90
12- Planos de la Instalación .....	90
13-Impacto medio ambiental y normativas de observancia .....	90
16-Estudio de viabilidad y retorno de inversión.....	93
Índice de potencia .....	94
Índice de energía .....	94
Tasa interna de retorno (TIR).....	96
Gastos .....	97





## **8- Diseño y selección de los componentes principales de la central hidráulica.**

### **Justificación y cálculos**

#### **8.1 Componentes Hidráulicos**

Los cálculos de los componentes Hidráulicos la minicentral son los siguientes:

##### **8.1.1 Caudal**

El caudal de a parte a la instalación es de 10.5 m<sup>3</sup>/s. Este caudal ha sido adjudicado después de estudiar los datos facilitados por el Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Navarra en su estación de Etxarren. Después de haber fijado el caudal Ecológico de 0.9 m<sup>3</sup>/s, por la extensión de la cuenca de aportacion se ha determinado que un caudal turbinable por la Confederacion Hidrografica del Ebro y el Departamento del Gobierno de Navarra es de 10.5 m<sup>3</sup>/s. Respetando el caudal ecológico el caudal sobrante y hasta los 10.5 m<sup>3</sup>/s será el realmente turbinable. Todos los datos recogidos se encuentran en la sección de datos.

##### **8.1.2 Azud ó presa de derivación**

El azud o presa de derivación es una construcción ya realizada con lo que para esta minicentral nos acomodaremos a la situación existente. Las leyes que actualmente rigen las construcciones de las minicentrales prohíben las construcciones de nuevas azudes o presas de derivación en ciertos lugares.

El azud o presa de derivación tiene y así está desde hace muchos años con una anchura aproximada de 47 metros y una altura medida en la zona central del rio de 2,90 metros medidos en época de estiaje. El espesor en su coronación es de 1,10 metros aproximadamente, está construida de piedra de sillería. El estado de conservación de esta presa es bueno para la realización de este proyecto.

##### **8.1.3 Escala de Peces (Ver plano numero 10 en el anexo)**

El desnivel existente entre la lamina de agua en la presa y la lamina de agua del río es de 2.90 metros. Para calcular el calado de las escotaduras a practicar en esta escala utilizaremos la siguiente relación:

Caudal por la escala de peces = 0,125 m<sup>3</sup>/seg.

$$Q = C \times b \times h \times \sqrt{2 \times g \times dh}$$

Siendo:

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/seg.

C = Coeficiente en este caso C = 0,7 (Vertedero estrecho)

b = Anchura escotaduras (0,20 m)

h = Escotadura en la presa (1º escotadura)

dh = Diferencia de altura entre escotaduras = 0,32

$$0.125 = 0.7 \times 0.2 \times h \times \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.32}$$

$$h = \frac{0.125}{0.7 \times 0.2 \times \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.32}} = 0.63 \text{ metros.}$$

La potencia disipada en cada cuenco es la energía que se disipa al pasar de una energía potencial a otra energía potencial, es decir, estando el agua en remanso con una energía potencial determinada, esta energía potencial se convierte en energía cinética, donde a su vez vuelve a una velocidad con una energía potencial inferior, en definitiva la perdida de energía se entiende por una conversión de la misma en energía calorífica. Para el cálculo de la escala de peces es meramente anecdótico aunque el cálculo se realiza de la siguiente manera:

La Potencia disipada en cada cuenco se aplicaría mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{P}{V} = 1000 \times g \times Q \times \frac{h}{v}$$

$$\frac{P}{V} = 1000 \times 9.8 \times 0.125 \times \frac{0.32}{v} = \frac{392.4 \text{ w}}{v}$$

El volumen de cada cuenco será:

$$V = 2 \times 1.25 \times 1 = 2.50 \text{ m}^3$$

Con lo que la potencia disipada por unidad de volumen será:

$$\frac{P}{V} = \frac{392.4}{2.5} = 156.96 \text{ w}$$

Las dimensiones de cada escalón o de cada cuenco serán las siguientes:

Longitud: 2 metros

Anchura: 1,25 metros.

Profundidad media: 1 metros

Nº de escotaduras = 9

A la salida del último cuenco de la escala de peces, es caudal de la escala de peces 0,125 m<sup>3</sup>/seg se incorpora el caudal de “ATRACCIÓN” que será el caudal ecológico, menos el que circula a través de la escala de peces; es decir 0,775 m<sup>3</sup>/s procedente de la 2º escotadura sobre la presa y situado continuo a de escala de peces.

#### **8.1.4 Caudal de la Escotadura de Atracción**

El caudal de atracción es la diferencia del caudal Ecológico y el caudal por la escala de peces.

El caudal de atracción:

$$0.9 - 0.125 = 0.775 \text{ m}^3/\text{seg}$$

La longitud de la escotadura L a realizar en la presa para este caudal adicional teniendo en cuenta que la altura h de esta escotadura será 0,20 metros utilizando la relación:

$$Q = C \times b \times L \times \sqrt{2 \times g \times h^{\frac{2}{3}}}$$

Siendo:

Q = caudal en m<sup>3</sup>/seg

C = Coeficiente en función del tipo de vertedero

L = valor a calcular

H = Altura de la escotadura en la presa en este caso 0,2 metros

$$0,775 = 0,45 \times 1 \times \sqrt{2 \times g \times 0,20^{\frac{2}{3}}}$$

$$L = \frac{0,775}{0,45 \times 2 \times g \times 0,20^{\frac{2}{3}}} = 4,35 \text{ mts.}$$

Con lo que tenemos que la longitud del vertedero con una escotadura de 0,20 metros es de 4,35 metros.

Altura de paredes exteriores de la escala de peces se calcula de la siguiente manera:

$$X = 2 \times Q_m - (Q_I + Q_c)$$

$Q_m$  = Caudal medio en el río Araquil

$Q_c$  = Caudal de derivación de la propia central

De los datos de nuestra instalación y por los caudales facilitados por el Gobierno de Navarra tenemos que:

El Caudal medio en Etxarren es de 13,079 m<sup>3</sup>/seg

El Caudal de derivación de la propia central  $Q_c = 10,50$  m<sup>3</sup>/ seg

La anchura de la presa = 47 metros

Luego tenemos que el caudal de cálculo será:

$$Q = 2 \times 13,079 - 10,5 = 15,65 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Aplicando la fórmula del vertedero grueso

$$Q = CxL\sqrt{2gx}h^{3/2}$$

$$h = \left( \frac{15,65}{0,45 \times 47 \times \sqrt{(2 \times 9,8)}} \right)^{2/3} = 0,30 \text{ metros}$$

En nuestro caso adoptamos 0,30 metros de altura de paredes perimetrales.

#### **8.1.5 Justificación del caudal ecológico a respetar**

Dada la situación de la minicentral hidroeléctrica, y con referencia a la situación de la estación de aforo aguas abajo que se localiza en el término municipal de Etxarren cuyo caudal  $Q_{80}$  es de 18.230 L/seg y el  $Q_{330}$  es de 1.360 L/seg. Los valores  $Q_{80}$  y  $Q_{330}$  han sido seleccionados según el Decreto Foral 344/1990 de 20 de Diciembre que determinan los aspectos ambientales, (ver caudales y mediciones anexo), y dado que en su día y estando de acuerdo con los técnicos de Medio ambiente, se autoriza un aumento del caudal de concesión de los 1.500 L/seg. Midiendo la cuenca de aportación que va de desde la cabecera del río hasta la central en estudio y es de aproximadamente 300 Km<sup>2</sup>, y la cuenca de aportación hasta la estación de aforo de Etxarren es de aproximadamente de 465 Km<sup>2</sup> lo que representa las 2/3 partes de cuenca de aportación hasta nuestra minicentral. Ver plano de cuencas de aportación.

Las 2/3 partes del caudal  $Q_{330}$  (1.360 L/seg.) en la estación de aforo de Etxarren es de 906 L/seg.

Por otra parte tenemos que los 10.500 L/seg, de caudal de concesión pedidos en esta minicentral representan una disminución respecto del caudal  $Q_{80}$  en la estación de Etxarren de un 42,40 % menor, con lo que si trasladamos esta disminución al  $Q_{330}$  el 42,40% de disminución nos sale que habría que respetar un caudal de 788 L/seg. Con lo que creemos que respetando un caudal de 900 L/seg, se cumple sobradamente con la normativa actual del Gobierno de Navarra, en esta materia.

### **8.1.6 Toma**

Estando la presa o Azud en posición relativa de 90 grados respecto al trazado del canal, se ha construido un poco antes de la presa un canal o murete direccional, cuyo objetivo es direccionar el caudal de  $10.5 \text{ m}^3/\text{s}$  turbinables desde el río al canal de transporte. Este murete direccional tiene una cota máxima en la lamina de agua superior de 477.7 metros en el lado, concretamente el que está en el lado del río. El murete de la orilla del río tiene un metro más que la cota de lámina de agua superior. Esta toma tiene una forma de embudo o plano inclinado respecto al eje del río terminado en un radio amplio de 90 grados, para que se dé el cambio de dirección del agua al canal de transporte.

### **8.1.7 Rejilla de Gruesos**

La Rejilla de Gruesos está construida con una separación entre barras de 100 mm. Las barras son de una geometría hidrodinámica, con objetivo de tener la menor altura de pérdidas posible, para este cálculo se supondrá despreciable la pérdida de altura. Esta rejilla tendrá como objetivo detener los troncos, piedras, ramas, etc...de gran volumen.

El cálculo de la sección de la rejilla de gruesos ha sido determinado por la forma del canal y por una estimación de separación de 100 mm entre barras para que cumpla su objetivo de una forma correcta sin generar problemas.

### **8.1.8 Compuerta Tipo Vagón en el inicio del canal**

Se trata de una compuerta de sección rectangular libre de 5 x 2.5m anchura por altura, cuyo accionamiento se realiza por un grupo oleo hidráulico. Las pérdidas de carga para la compuerta vagón se cálculo de la siguiente manera:

$$h_v = K_v \frac{V_o^2}{2g}$$

Siempre en condiciones de plena carga o caudal:

$h_v$  = es la pérdida de carga ó altura en metros

$K_v$  = el coeficiente de válvula, que en su definición representa la pérdida de carga en metros de columna de agua que tendría al circular por su interior un fluido (agua) a 1m/seg.

$V_o$  = es la velocidad del agua a través de la compuerta en m/seg

<u>Tipo de válvula</u>	<u>Coefficiente Kv</u>
Compuerta	0.1
Mariposa	0.6
Esférica	0.05
Excéntrica	1

Realizaremos el cálculo en 2 casos, diferentes, la primera en condiciones nominales de caudal, y la otra en caso de avenidas:

*Condiciones nominales de caudal, 10.5 m<sup>3</sup>/s*

Para un caudal nominal de 10.5 m<sup>3</sup>/s, con dimensiones de 5 x 2.5 m en la compuerta tenemos que:

Caudal: 10.5 m<sup>3</sup>/s

Velocidad del agua al paso de la compuerta:

$$V_o = \frac{10.5 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{5 \times 2.5 \text{ m}^2} = 0.84 \text{ m/s}$$

Si la lamina de agua respecto al canal es de una altura de 2 metros y no de 2.5 metros, la velocidad del agua al paso de la compuerta es:

$$V_o = \frac{10.5 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{5 \times 2 \text{ m}^2} = 1.05 \text{ m/s}$$

Situación normal de operación

$k_v = 0.1$  por ser una compuerta

La pérdida de carga en la compuerta vagón de inicio de canal es de:

$$h_v = 0.1 \times \frac{(1.05)^2}{2 \times 9.81} = 0.005 \text{ m}$$

La pérdida de carga en la compuerta vagón de la entrada es de 0.005 m o de 5 mm en el caso de un caudal de  $10.5 \text{ m}^3/\text{s}$ .

*Avenidas*

Para un caudal nominal superior a  $10.5 \text{ m}^3/\text{s}$  o Avenidas, con dimensiones de  $5 \times 2.5 \text{ m}$  en la compuerta tenemos que siendo el:

Caudal:  $15.5 \text{ m}^3/\text{s}$

Velocidad del agua al paso de la compuerta:

$$V_o = \frac{15.5 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{5 \times 2.5 \text{ m}^2} = 1.24 \text{ m/s}$$

$k_v = 0.1$  por ser una compuerta

La pérdida de carga en la compuerta vagón de inicio de canal es de:

$$h_v = 0.1 \times \frac{(1.24)^2}{2 \times 9.81} = 0.0078 \text{ metros}$$

La pérdida de carga en la compuerta vagón de la entrada es de 0.0078 metros o de 7.8 milímetros en el caso de un caudal de  $15.5 \text{ m}^3/\text{s}$ .

### **8.1.9 Canal de transporte**

Sobre el viejo trazado se realiza la construcción que lleva el agua hasta la turbina, considerando la diferencia de alturas que se presenta recurso hidráulico. Dicho trazado del canal se construye con una base de hormigón armado y capa interior fina y pulidas en rebordes de encofrados. La baja rugosidad de las paredes del canal permite circular el agua con mayor

velocidad y reducir las pérdidas de carga para pendiente o desnivel ya existente. Por definición de canal abierto permite al agua circulante fluir a tal velocidad que su pérdida de carga se compensa en todo momento con la pérdida de energía potencial debido a la altura perdida. El canal cuya llegada a la minicentral se amplia y profundiza en lo que se define como cámara de carga.

El caculo se ha realizado de la siguiente manera:

Para empezar cabe destacar que se han realizado cálculos previos para la determinación del canal de transporte. Después de barajar varios tipos de canales como el de base cuadrada, base trapezoidal, conducto de tubería, etc...Se ha seleccionado el canal de tipo trapezoidal, conforme las siguientes dimensiones:

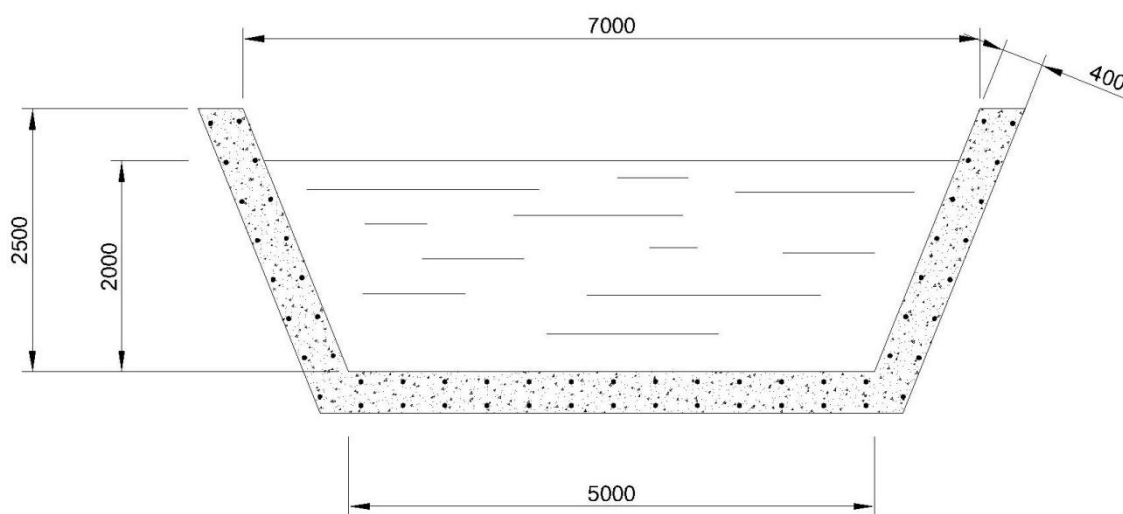
Anchura de la base = 5 metros

Anchura de la zona más alta = 7 metros

Altura del Canal = 2.5 metros

Altura de la lamina de agua = 2 metros

Espesor de la pared del canal de hormigón = 0.4 metros



## SECCION A-A

*Figura 1. Sección de canal de transporte*



*Caudal nominal de 10.5 m<sup>3</sup>/s*

Mediante la fórmula de Mainning calcularemos la pérdida de carga:

$$Q = \frac{1}{n} \times s^{\frac{1}{2}} \times Ra^{\frac{2}{3}} \times A$$

Aplicando los datos de la turbina tenemos que:

Q= Caudal de 10.5m<sup>3</sup>/s

n = Coeficiente de rozamiento de Mainning en el caso de hormigón liso:0.01

s = Pendiente del canal en mm

Ra = Radio Hidráulico

A = Área de la sección mojada

$$A = \frac{5+5.6}{2} \times 2 = 10.6 \text{ m}^2$$

A = 10.6 m<sup>2</sup>

Perímetro Mojado = 9.044 m

$$Ra = \text{Radio Hidráulico} = \frac{\text{Área ocupado del Canal}}{\text{Perímetro Mojado}}$$

$$Ra = \frac{10.6 \text{ m}^2}{9.044} = 1.17$$

$$10.5 = \frac{1}{0.01} \times s^{\frac{1}{2}} \times 1.17^{\frac{2}{3}} \times 10.6$$

S = 79.52 X 10<sup>-6</sup> pendiente en mm

$$S = \frac{\Delta H}{550}$$

$$0.000007652 = \frac{\Delta H}{550}$$

**ΔH = 0.043 metros**

ΔH = 0.043 metros es la altura de perdidas en el canal de transporte con un caudal nominal o normal de 10.5m<sup>3</sup>/s.

## Avenidas

Una Avenida la consideraremos como una masa de agua superior al caudal nominal, es decir, en nuestro caso todo caudal superior a 10.5 m<sup>3</sup>/s. Para evitar que toda esta masa de agua llegue a la turbina utilizaremos la regulación de la Compuerta Vagón que esta al principio del Canal. A su vez disponemos de un escotadura para avenidas que conduce toda masa de de agua excesiva al canal lateral de la turbina.

Calculo mediante la fórmula de Mainning de las pérdidas de carga en caso de avenidas:

$$Q = \frac{1}{n} \times s^{\frac{1}{2}} \times Ra^{\frac{2}{3}} \times A$$

Siendo:

Q = Caudal de 15.5m<sup>3</sup>/s

n = Coeficiente de rozamiento de Mainning en el caso de hormigón liso:0.012

s = Pendiente del canal

h = canal lleno, ocupa todo el canal, la lamina de agua será de 2.5 metros

Perímetro Mojado = 10.38 m

Anchura de la base = 5 metros

Anchura de la zona más alta = 7 metros

Altura del Canal = 2.5 metros

Sección del canal de 15m<sup>2</sup>

$$Ra = \text{Radio Hidráulico} = \frac{\text{Area ocupado del Canal}}{\text{Perimetro Mojado}}$$

$$Ra = \frac{15 \text{ m}^2}{10.38} = 1.44$$

$$Q = \frac{1}{n} \times s^{\frac{1}{2}} \times Ra^{\frac{2}{3}} \times A$$

$$S = \left( \frac{Q \times n}{Ra^{\frac{2}{3}} \times A} \right)^2$$

$$S = \left( \frac{15.5 \times 0.014}{1.448 \times 15} \right)^2 = 0.1287 \times 10^{-3}$$

$$S = 0.1287 \times 10^{-3} \text{ de pendiente}$$

$$S = \frac{\Delta H}{550}$$

$$0.0001287 = \frac{\Delta H}{550}$$

$$\Delta H = 0.07078 \text{ metros}$$

Resumiendo los cálculos realizados para los 2 casos, estos son los siguientes:

El canal con lamina de agua sobre el fondo de 2 metros y con un caudal de 10.5 m<sup>3</sup>/s en operación nominal tiene una pérdida de carga de  $\Delta H = 0.043$  metros.

Para el caso de avenidas con una lamina de agua sobre el fondo de 2.5 metros y con una caudal de 15.5 m<sup>3</sup>/s en operación tiene  $\Delta H = 0.07078$  metros.

En resumen se puede determinar que el canal trapezoidal seleccionado es apropiado para la su utilización en cualquiera de los eventos que se generen en nuestro canal.

#### *Formula de Bazin*

La formula de Bazin es otro método para el cálculo de las pérdidas de carga en el canal de transporte, dicho cálculo se realiza de la siguiente manera:

$P = 9.045\text{m}$  (perímetro mojado)

$S$ : sección de canal a caudal 10.5m<sup>3</sup>/seg = 10.6m<sup>2</sup>

$V$ : velocidad media en canal = 0.991m/seg.

$$h = \alpha \cdot \left( 1 + \beta \cdot \frac{b}{F} \right) \cdot \frac{b}{F} \cdot v^2 \quad (\text{Fórmula de Bazin})$$

De la tabla anexa:

Tipo de pared	A	$\beta$
Pulidos	0.15	0.07
Terminados en cemento	0.19	0.25
Mampostería	0.24	0.25
Gravilla	0.27	1.25

*Tabla 1. Tipos de pared*

Sección del canal a laminade 2 m sobre el fondo.

$$s = \frac{5+5.6}{2} * 2 = 10.5 \text{ m/s}$$

Caudal nominal= 10.5 m/s.

V= 0.991 m/s media de caudal

b= perímetro mojado.

h= desnivel por cada 1000m.

De la formula de Bazin resulta:

h= 0.133 metros por cada 1000 metros.

El desnivel en los 550 metros de longitud de canal:

$$\Delta h = \frac{0.133 \times 550}{1000} = 0.073 \text{ m} = 7.3 \text{ cm.}$$

Según la fórmula de Bazin las pérdidas de carga serán 7.3cm de 550 m de canal.

La perdida de carga seleccionada para el cálculo ha sido el de la formula de Mainning de 0.043 m.

### **8.1.10 Cámara de Carga**

El caudal de acceso la minicentral hidroeléctrica, continúa en la cámara de carga, que ofrece muchas funciones a la central, como son:

Al ampliarse la sección y la profundidad hace que el remanso y que el agua pierda velocidad.

Hace de decantador o separador de partículas arrastradas a través del caudal por el agua.

Mantiene el nivel de la lámina de agua en su cota nominal, ya que tiene escotadura de avenidas para la misma.

A través de una compuerta de fondo de cámara, se puede vaciar la cámara para la limpieza del fondo de cámara de carga así como la limpieza o mantenimiento de la rejilla de finos, situado al final la cámara de carga.

Esta cámara de carga está constituida por un canal de 41.7 metros de largo por 7 metros de ancho de base cuadrada. Entre el canal de transporte y la cámara de carga existe un acoplamiento durante 9.515 metros. La altura de uno de los lados, concretamente del lado opuesto a la del canal lateral de turbina sobre turbina es de 0.5 metros. El otro lado, el del lado de la cámara lateral de la turbina, es 0.5 m y 0.05 m sobre lamina en la escotadura. La diferencia entre ambas alturas, genera la escotadura de avenidas.

Escotadura de avenidas es de 0.45 metros.

El objetivo de esta escotadura es la de evitar que a la turbina llegue un caudal superior al turbinable, es decir, en este caso de  $10.5 \text{ m}^3/\text{s}$ . La regulación ante estas avenidas también se puede realizar mediante el control de la compuerta tipo vagón.

La cámara de carga posee una curvatura en el fondo del canal dirigido hacia una compuerta arenara que comunica la cámara de carga con la cámara lateral a turbina. El objetivo de este tacon curvo de 0.2m y no afecten al funcionamiento en carga de la central es la de dirigir todas las piedras y arenas depositadas en el fondo del canal de la cámara de carga hacia la compuerta arenara de accionamiento manual.

Las pérdidas de carga en lo referido a la cámara de carga se pueden considerar despreciables.

### **8.1.11 Aliviadero o Escotadura de Alivio**

Se ha construido en el labio izquierdo de la cámara de carga un rebaje durante 30 metros de la pared. El cálculo para absorber las avenidas por la escotadura de alivio según el caudal se calcula de la siguiente manera:

$$Q = C * L * H^{1.5}$$

Donde:

C=Coeficiente: 1.6

L=Longitud del aliviadero: 30 metros

H=Altura de la cresta: 0.25 metros

$$Q = 1.6 * 30 * 0.25^{1.5}$$

$$Q = 6 \text{ m}^3/\text{s}$$

El caudal que es capaz de evacuar la escotadura de Alivio es de 6 m<sup>3</sup>/s.

### **8.1.12 Rejilla de Finos**

La rejilla de los finos tiene como misión, la protección de la turbina contra la presencia de pequeñas ramas u objetos flotantes arrastrados por el agua y evita un mal funcionamiento o avería en el rotor y palas de la turbina.

Las rejas se clasifican en gruesas y finas. Estas las primeras están situadas en el inicio del canal de alimentación a la central y están constituidas por barrotes metálicos dejando entre sí un espacio de 10 x10 cm y una separación de 25 mm. La altura de la rejilla de finos será de 4.5 metros y la anchura de 7 metros.

En esta rejilla también se generan unas pérdidas de carga que pueden ser cuantificadas de esta manera aplicando la formula de Kirschner:

$$h_t = K_t \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^{\frac{4}{3}} \cdot \frac{V_o^2}{2g} \sin \theta$$

Kt: constante según la forma geométrica del tipo de barrote:

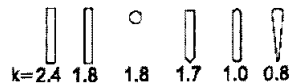


Figura 2. Tipos de barros de rejilla.

s: espesor de barrote (ancho en sentido del flujo)

B: distancia libre entre barros, 25mm.

$\beta$ : coeficiente de forma según barros seleccionados. Utilizaremos barros tipo f de ancho 25 mm y profundidad 125mm.

$\alpha$ : ángulo de la parrilla con respecto al eje horizontal. En este caso  $60^\circ$ .

V: velocidad de la corriente a la entrada de la reja, 0.5m/seg.

$$h_r = 0.8 \left( \frac{s}{b} \right)^{\frac{4}{3}} * \frac{v^2}{2 * \rho} * \sin 60$$

$$v = \frac{10.5 \text{ m}^3/\text{s}}{7*3} = 0.5 \text{ m}^3/\text{s}$$

$0.5 \text{ m}^3/\text{s}$  es la velocidad del agua a la llegada a la reja.

$$\rho = 9.81$$

$$h_r = 0.8 \left( \frac{0.0025}{0.0025} \right)^{\frac{4}{3}} * \frac{0.5^2}{2 * 9.81} * \sin 60 = 0.010 \text{ metros}$$

Con estos datos, la pérdida de carga en la reja es de 0.010 metros.

### 8.1.13 Compuerta Vagón de Cámara de Turbina

La compuerta de la entrada turbina a nuestra minicentral hidráulica es de tipo vagón con unas dimensiones de 4.5 x 2.25 metros de ancho por altura el cual se desliza sobre 6 rodillos dispuestos en los cantos verticales de las compuertas.

La pérdida de carga en esta Compuerta de tipo Vagón es la siguiente:

$$h_v = K_v \frac{V_o^2}{2g}$$

Siempre en condiciones de plena carga o caudal:

$h_v$  = es la pérdida de carga ó altura en metros

$k_v$  = el coeficiente de válvula, que en su definición representa la pérdida de carga en metros de columna de agua que tendría al circular por su interior un fluido (agua) a 1m/seg.

$V_o$  = es la velocidad del agua a través de la compuerta en m/seg

<u>Tipo de válvula</u>	<u>Coeficiente <math>K_v</math></u>
Compuerta	0.1
Mariposa	0.6
Esférica	0.05
Excéntrica	1

Por ello tenemos que:

Caudal:  $10.5 \text{ m}^3/\text{s}$

Velocidad del agua al paso de la compuerta:

$$V_o = \frac{10.5 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{4.5 \times 2.25 \text{ m}^2} = 1.037 \text{ m/s}$$

$k_v = 0.1$  por ser una compuerta

La pérdida de carga en la compuerta vagón de inicio de canal es de:

$$h_v = 0.1 \times \frac{(1.037)^2}{2 \times 9.81} = 0.0054 \text{ metros}$$

La pérdida de carga en la compuerta vagón de la entrada es de 0.0054 metros o de 5.4 milímetros en el caso de un caudal de  $10.5 \text{ m}^3/\text{s}$ . En este caso solo se ha calculado para un caudal nominal de  $10.5 \text{ m}^3/\text{s}$  y no para Avenidas, ya que, la escotadura de Alivio no permite el paso de caudales superiores al nominal.



#### **8.1.14 Cámara de Turbina**

Se calculado que para la Cámara de Turbina las pérdidas de carga son despreciables por su forma y construcción.

#### **8.1.15 Cámara Espiral**

Según el fabricante de la turbina de la casa Sulzer – Andritz Hydro la perdidas de carga en la Cámara Espiral y en el conjunto del distribuidor ascienden a 0.015 metros.

#### **8.1.16 Compuerta Vagón de Cámara de Restitución**

La compuerta de Cámara de Restitución de salida de nuestra minicentral hidráulica consta de 2 compuertas de tipo vagón. Cada puerta tiene unas dimensiones de 3.5 x 2 metros de ancho por altura el cual se desliza sobre 6 rodillos dispuestos en los cantos verticales de las compuertas.

La razón de poner 2 puertas en vez de uno, como ocurría en la compuerta vagón de la cámara de carga, es que al tener una anchura de 7 metros en total resultaría una puerta sobradamente ancha.

En el centro, o de 3.5 metros por cada uno de los 2 lados tenemos un nervio que tiene diferentes objetivos como:

- -Mantiene el flujo de salida en régimen laminar.
- -Sirve de apoyo para las 2 compuertas tipo vagón.
- -Un conjunto de compuerta de 2 x 7 metros de alto por ancho tendría el peligro de encallar en diagonal, por tener muy poca carrera y mucha anchura, por ello sería muy inestable. Al poner 2 compuertas de una anchura no muy grande se reduce muchísimo dicho peligro.

La perdida de carga en esta Compuerta de tipo Vagón es la siguiente:

$$h_v = K_v \frac{V_o^2}{2g}$$

Siempre en condiciones de plena carga o caudal:

$h_v$  = es la pérdida de carga ó altura en metros

$k_v$  = el coeficiente de válvula, que en su definición representa la pérdida de carga en metros de columna de agua que tendría al circular por su interior un fluido (agua) a 1m/seg.

$V_o$  = es la velocidad del agua a través de la compuerta en m/seg

<u>Tipo de válvula</u>	<u>Coeficiente <math>K_v</math></u>
Compuerta	0.1
Mariposa	0.6
Esférica	0.05
Excéntrica	1

Por ello tenemos que:

Caudal:  $10.5 \text{ m}^3/\text{s}$ , pero teniendo que por cada compuerta pasa el mismo caudal:

$$\text{Caudal} = \frac{10.5 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{2} = 5.25 \text{ m}^3/\text{s}$$

Hay que tener en cuenta que de los 2 metros de la compuerta, la parte útil en altura será de 1.504 metros, teniendo en cuenta que la parte restante se encuentra introducida en el hormigón.

Velocidad del agua al paso de cada compuerta:

$$V_o = \frac{5.25 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{3.5 \times 1.504 \text{ m}^2} = 0.9973 \text{ m/s}$$

$k_v = 0.1$  por ser una compuerta

La pérdida de carga en la compuerta vagón de inicio de canal es de:

$$h_v = 0.1 \times \frac{(0.9973)^2}{2 \times 9.81} = 0.0049 \text{ m}$$

Cada compuerta vagón tiene una pérdida de 0.0049 metros, pero al estar las 2 compuertas en paralelo se mantiene la pérdida de 0.0049 metros para el conjunto de las 2 compuertas, teniendo en cuenta que el caudal de 10.5 m<sup>3</sup>/s, el caudal se divide por igual en ambas compuertas tipo vagón. En este caso solo se ha calculado para un caudal nominal de 10.5 m<sup>3</sup>/s y no para Avenidas, ya que, la escotadura de Alivio no permite el paso de caudales superiores al nominal. Además de ello esta compuerta siempre permanece abierta en funcionamiento correcto de la central, y solo se cierra exclusivamente cuando se vayan a realizar trabajos de mantenimiento.

#### **8.1.17 Salto Bruto**

El Salto Bruto de la instalación es la diferencia entre la cota de lamina de agua en la presa y la cota de la lamina de agua en el tubo de aspiración.

Salto Bruto = Lamina de agua superior – Lamina de agua inferior

Salto Bruto = 477.7 m – 472 m

Salto Bruto = 5.7 metros.

#### **8.1.18 Recopilación de todas las pérdidas de Carga**

Todos los componentes en línea de la corriente de agua hacia la turbina crean pérdidas de carga por fricción con las paredes, cantos, cambios de sección o incrementos/decrementos de velocidad de agua. Se realizara una recopilación de esas pérdidas para el cálculo de la pérdida de carga total y así determinar el Salto útil, o Salto neto.

*Compuerta tipo vagón de inicio Canal*

Pérdidas de 0.005 metros

*Rejilla de Gruesos*

Pérdidas de carga despreciables

*Canal*

Pérdidas de 0.043 metros

*Cámara de Carga*

Pérdidas de carga despreciables

*Rejilla de Finos*

Pérdidas 0.01 metros

*Compuerta tipo vagón de Cámara de Turbina*

Pérdidas 0.0054 metros

*Cámara de Turbina*

Pérdidas de carga despreciables

*Cámara Espiral y Distribuidor*

Dato del fabricante = 0.15 metros

*Compuerta tipo vagón de Cámara de Restitución*

Pérdidas 0.0049 metros

*Varios*

Pérdidas de carga por cambio de dirección en entrada a canal, contracción y ampliaciones, canal, cámara de Carga y otros = 0.015 metros

***TOTAL PÉRDIDAS DE CARGA***

$$\Delta H = 0.3683 \text{ metros}$$

***8.1.19 Salto Útil o Salto Neto***

El salto útil de la instalación es el salto neto o salto que realmente ve nuestra instalación con previa eliminación de las pérdidas de carga.

$$\text{Salto Útil} = \text{Salto Bruto} - \text{Perdidas de Carga}$$

$$\text{Salto Útil} = 477.7 - 472 - 0.368$$

$$\text{Salto Útil} = 5.3 \text{ metros}$$

***8.1.20 Canal de Desagüe***

Este canal conduce el caudal turbinado y el procedente del aliviadero hasta la desembocadura del río, localizado a 150 metros después de un pequeño azud o toma de agua para dos empresas anexas. La cota de agua en la desembocadura es de 471.5 metros.

El canal de desagüe se diseña con una forma trapezoidal de dimensiones en la base de 7 metros y de 9 metros en la parte superior del canal. La altura del canal es de 2 metros y con una altura en la lamina de agua respecto al fondo del canal de 1.5 metros.

Por tanto para un caudal nominal de turbinable de  $10.5 \text{ m}^3/\text{s}$  resulta que:

Sección del canal mojado con una altura de 1.5 metros:

$$S = 11.6 \text{ m}^2$$

Perímetro mojado:

$$P = 10.55 \text{ metros}$$

Radio Hidráulico:

$$Ra = 1.123$$

Aplicando la formula de Mainning:

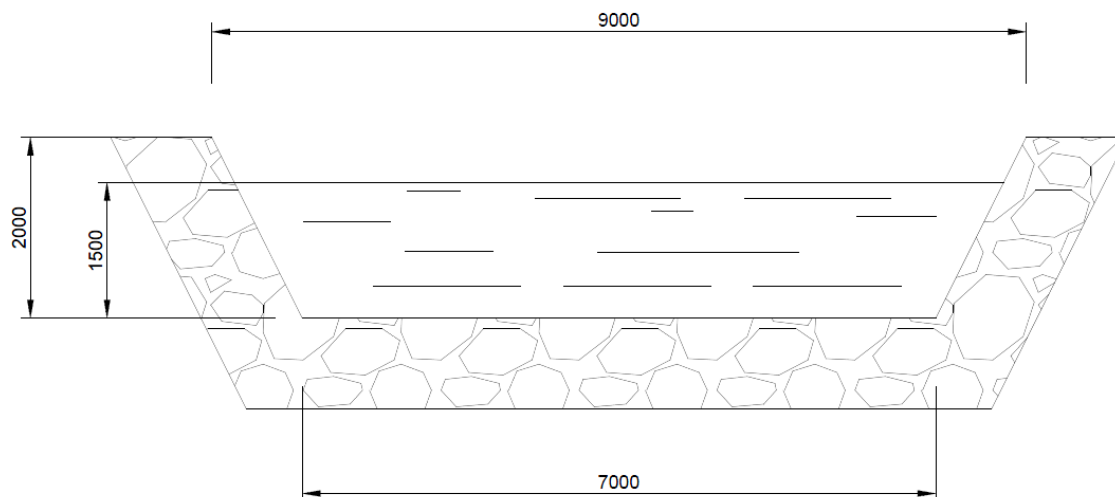
$$Q = \frac{1}{n} \times s^{\frac{1}{2}} \times Ra^{\frac{2}{3}} \times A$$

$$10.5 = \frac{1}{0.014} \times s^{\frac{1}{2}} \times (1.123)^{\frac{2}{3}} \times 11.62$$

$S = 0.137 \times 10^{-6} \text{ m} / \text{m}$  de pendiente siendo la longitud del canal de 150 metros.

La perdida resulta que es de  $20.5 \times 10^{-3}$  o de 0.02 metros.

Percibiendo las pérdidas de carga en el canal de desagüe anteriormente calculado y con una lamina de rio de 0.5 metros, se puede determinar que nuestro canal de desagüe está sobradamente sobredimensionado. El canal de desagüe es de la forma que se muestra en la siguiente figura:



*Figura 3. Sección del canal de restitución*

## **8.2 Componentes Mecánicos**

Entre los cálculos Mecánicos de la instalación podemos determinar los siguientes:

### **8.2.1 Tipos de Turbinas Hidráulicas**

Las turbinas constituyen la parte más importante de la central hidráulica, pues es la encargada de transformar la energía del agua en energía mecánica, que posteriormente será transformada en electricidad por el alternador unido al eje de la turbina.

Se puede hacer una primera clasificación de las turbinas en función de los dos posibles mecanismos de transformación de energía:

#### **8.2.1.1 Turbinas de Acción**

En el primer tipo de turbinas, la energía potencial se transforma en energía cinética, mediante un chorro de agua a gran velocidad, que es proyectado contra unas cazoletas, fijas en la periferia de un disco. A este tipo de turbinas se las conoce como turbinas de ACCIÓN. Como el agua, después de chocar contra las cazoletas, cae al canal de descarga con muy poca energía remanente, la carcasa puede ser ligera y solo tiene por misión evitar accidentes e impedir las salpicaduras del agua. Dentro de este grupo se encuentran las turbinas Pelton.

### 8.2.1.2 Turbina de Reacción

En el segundo tipo de turbinas, la presión del agua actúa directamente sobre los alabes del rodete, disminuyendo de valor a medida que avanza en su recorrido. A este tipo de turbinas se denomina turbinas de REACCIÓN. Al estar el rodete completamente sumergido y sometido a la presión del agua, la carcasa que lo envuelve tiene que ser suficientemente robusta para poder resistirla. Dentro de este grupo están las turbinas Francis, Kaplan y Semi- Kaplan.

### 8.2.2 Tipos de Turbinas de Accion

#### 8.2.2.1 Turbinas Pelton

La turbina Pelton es uno de las más eficientes de turbinas hidráulicas. Es una turbo máquina motora, de flujo transversal, admisión parcial y de acción. Consiste en una rueda, rodete o rotor dotada de cucharas en su periferia, las cuales están especialmente realizadas para convertir la energía de un chorro de agua que incide sobre las cucharas.

Las turbinas Pelton están diseñadas para explotar grandes saltos hidráulicos de bajo caudal. Las centrales hidroeléctricas dotadas de este tipo de turbina cuentan, la mayoría de las veces, con una larga tubería llamada galería de presión para transportar al fluido desde grandes alturas, a veces de hasta más de doscientos metros. Al final de la galería de presión se suministra el agua a la turbina por medio de una o varias válvulas de aguja, también llamadas inyector, los cuales tienen forma de tobera para aumentar la velocidad del flujo que incide sobre las cucharas.



Figura 4. Imagen de un rodete Pelton

La tobera o inyector lanza directamente el chorro de agua contra la serie de paletas en forma de cuchara montadas alrededor del borde de una rueda, el doble de la distancia entre el eje de la rueda y el centro del chorro de agua se denomina diámetro Pelton. El agua acciona sobre las cucharas intercambiando energía con la rueda en virtud de su cambio de cantidad de movimiento, que es casi de 180°. El chorro de agua impacta sobre la pala en el medio, es dividido en dos, los cuales salen de la pala en sentido casi opuesto al que entraron, pero jamás puede salir el chorro de agua en dirección de 180° ya que si fuese así el chorro golpearía a la pala sucesiva y habría un efecto frenante. El estudio analítico de la interacción agua-pala puede ser sumamente complicado debido al desplazamiento relativo entre la pala y el chorro de agua. Por otro lado se simplifica el estudio de las turbinas Pelton a la sección cilíndrica del diámetro Faubert.

Así la energía convertida por unidad de masa de agua está dada por la ley de Euler de las turbomáquinas:

$$L = U_1 * C_{U1} - U_2 * C_{U2}$$

Donde:

$L$  = la energía específica convertida.

$U_1$  y  $U_2$  es la velocidad tangencial de la cuchara en los puntos donde el agua llega y sale de la misma respectivamente.

$C_{U1}$  y  $C_{U2}$  son, respectivamente, las proyecciones de la velocidad absoluta del fluido sobre la velocidad tangencial de la cuchara en los puntos de llegada y salida de la misma.

Como la velocidad tangencial de rotación de la rueda Pelton es la misma en todos los puntos del diámetro Pelton las velocidades  $U_1$  y  $U_2$  son iguales. Entonces la fórmula de Euler se puede simplificar:

$$L = U (C_{U1} - C_{U2})$$

En resumen:

La turbina Pelton es un tipo de turbina de impulso, y es la más eficiente en aplicaciones donde se cuenta con un gran desnivel de agua.

Dado que el agua no es un fluido compresible, casi toda la energía disponible se extrae en la primera etapa de la turbina. Por lo tanto, la turbina Pelton tiene una sola rueda, al contrario que las turbinas que operan con fluidos compresibles.

Las partes de una central con una turbina Pelton constan de las siguientes partes:



- Servomotor encargado de mover la válvula de aguja
- Tubería forzada
- Codo de entrada
- Inyector
- Válvula de aguja (regula el flujo de agua que llega a los álabes)
- Tobera
- Deflector (se encarga de desviar el chorro mientras la válvula de aguja se está cerrando, o para evitar el golpe de ariete que produciría un cierre de ésta si se quiere impedir que se embale la máquina ante una desconexión del alternador)
- Rodete
- Canal de salida
- Alternador

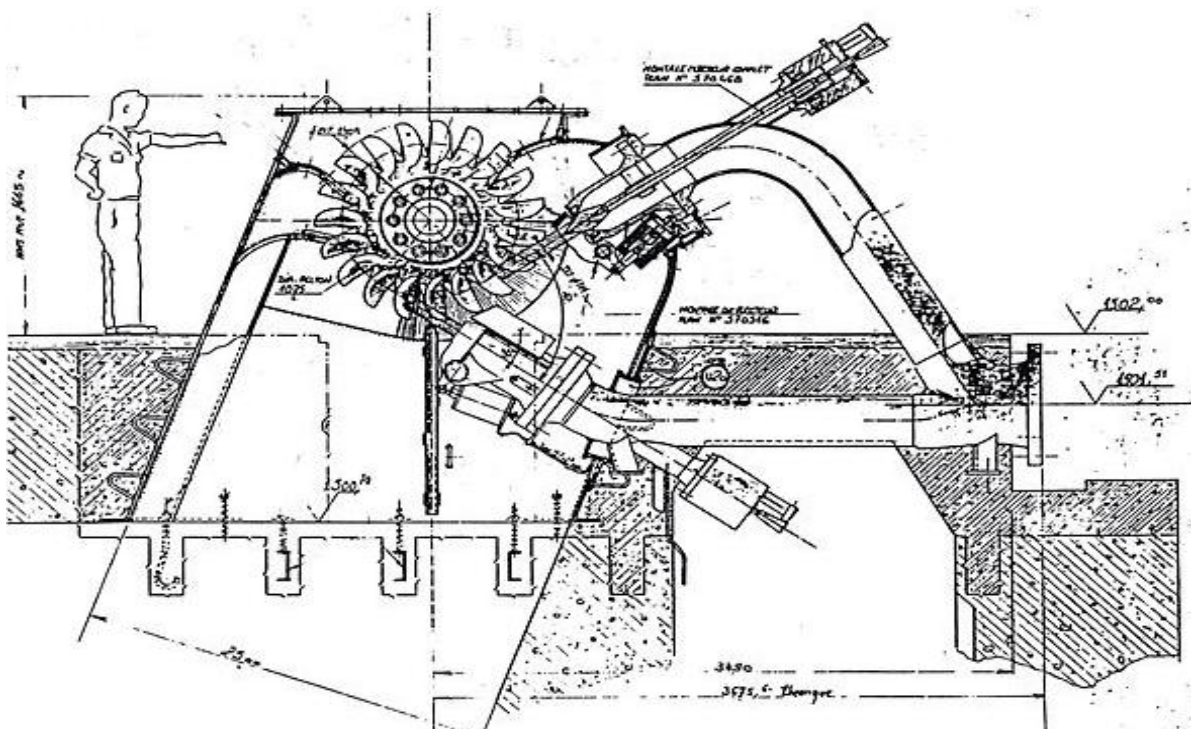


Figura 5. C.H. con una turbina Pelton

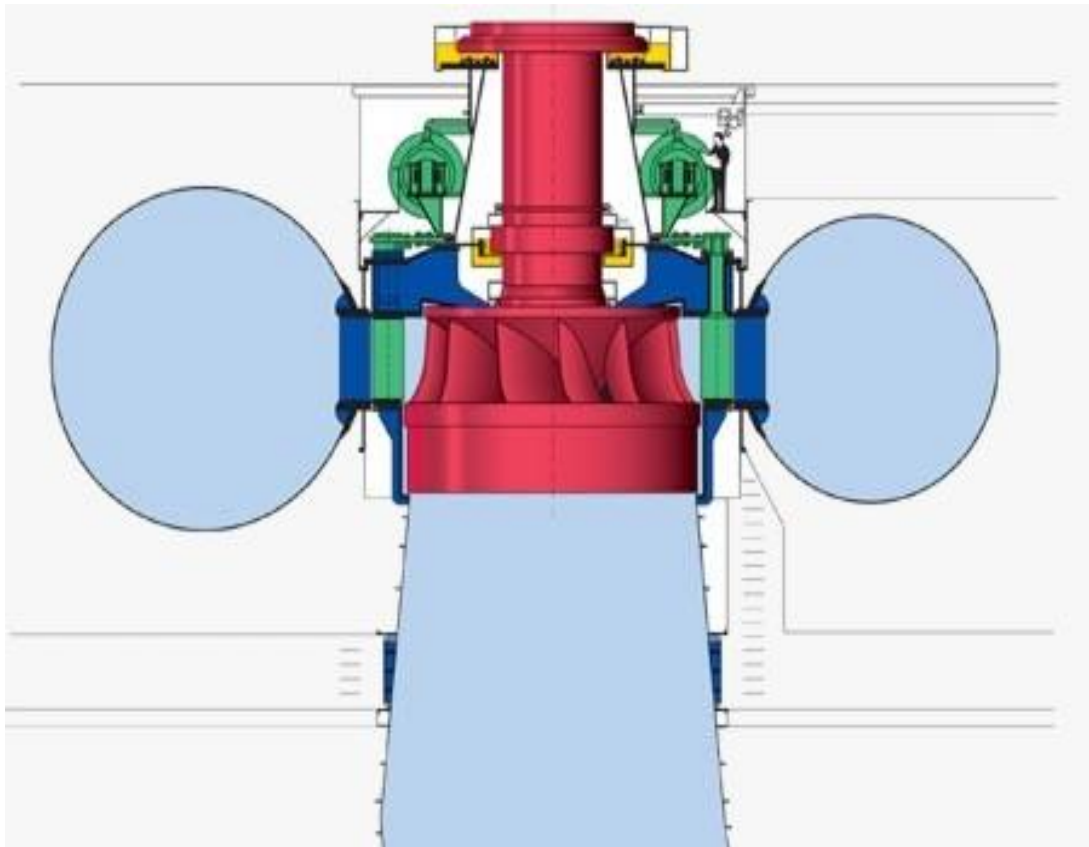
### 8.2.3.1 Turbinas Francis

La turbina Francis fue desarrollada por James B. Francis. Se trata de una turbo máquina motora a reacción y de flujo mixto. Las turbinas Francis son turbinas hidráulicas que se pueden diseñar para un amplio rango de saltos y caudales, siendo capaces de operar en rangos de desnivel que van de los dos metros hasta varios cientos de metros. Esto, junto con su alta eficiencia, ha hecho que este tipo de turbina sea el más ampliamente usado en el mundo, principalmente para la producción de energía eléctrica mediante centrales hidroeléctricas. Turbinas de reacción de flujo radial y admisión total, empleadas en saltos intermedios. Poseen un distribuidor de álabes regulables y un rodete de álabes fijos. Se encastran fuertemente en hormigón para evitar vibraciones, especialmente a régimen bajo.

En este tipo de turbinas el agua es conducida al rodete a través del distribuidor y en ningún momento entra en contacto con la atmósfera, por lo que la presión se mantiene. Pueden ser de cámara abierta o de cámara en espiral. En el segundo caso, según sea el tamaño de la máquina, la carcasa se podrá construir de hormigón armado, acero soldado o hierro fundido. Dado que se pretende hacer llegar la misma cantidad de agua a cada álabe del distribuidor, la sección de la cámara va decreciendo según se aleja de la brida de entrada. Si los álabes de la turbina son pequeños se fabrican de fundición, bronce o aluminio formando un solo cuerpo con el cubo. Si por el contrario son grandes, se sueldan al cubo y a la llanta, que por lo general se fabricará de acero fundido.

Dado que en las turbinas de reacción el agua sale a una velocidad elevada, se instala a la salida de éstas un difusor que reduce gradualmente su velocidad para que llegue en unas condiciones más moderadas al canal de salida. Si además el difusor se encuentra sumergido en el canal de salida se consigue un efecto de succión que mejora el rendimiento de la máquina considerablemente (tubo de aspiración). Para terminar cabe destacar que las Turbinas Francis son de buen rendimiento cuando trabajan entre el 60 % y el 100% de caudal nominal o carga total de la instalación.

La instalación de una turbina Francis:



*Figura 6. Imagen de una turbina Francis*

Las partes de una central con una turbina Francis constan de las siguientes partes:

- Eje
- Alternador
- Tubería forzada
- Cámara espiral
- Canal de salida
- Tubo de aspiración
- Rodete: Imagen de un rodete Francis

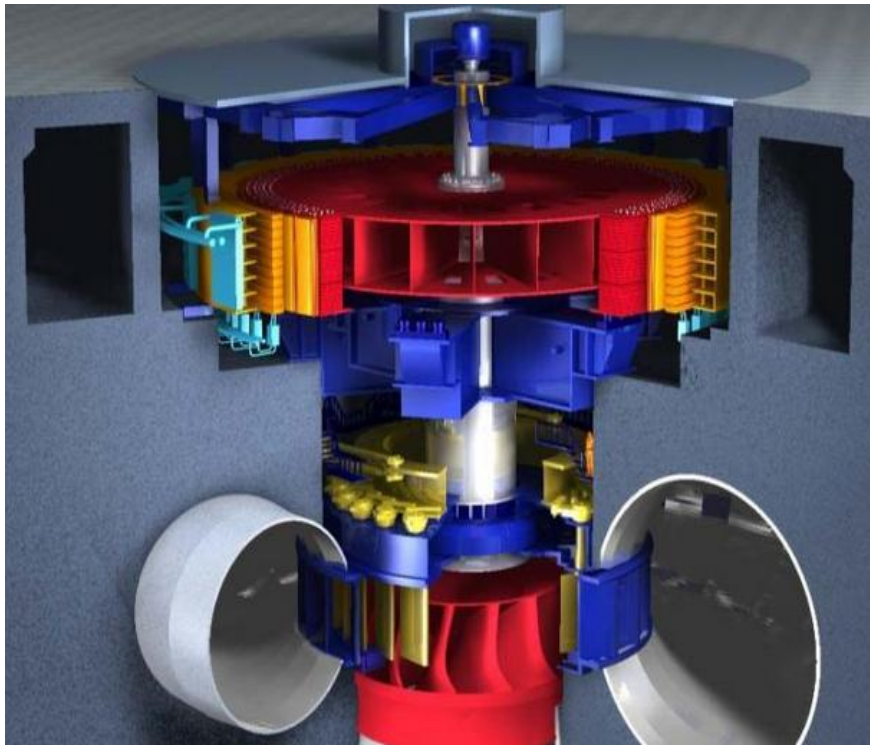


Figura 7. Imágenes de rodete (imagen superior) y C.H. con turbina Francis( imagen inferior)

### 8.2.3.2 Turbinas Kaplan y semi-Kaplan

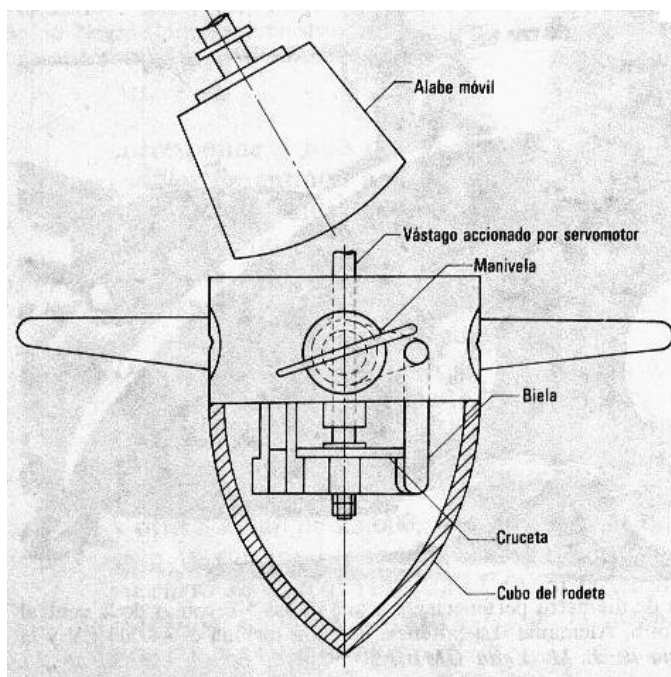
Las turbinas Kaplan son uno de los tipos más eficientes de turbinas de agua de reacción de flujo axial y radial, con un rodete que funciona de manera semejante a la hélice de un barco, y deben su nombre a su inventor, el austriaco Viktor Kaplan. Se emplean en saltos de pequeña altura y cuando el caudal es grande. Las amplias palas o álabes de la turbina son impulsadas por agua a alta presión liberada por una compuerta. Los álabes del rodete en las turbinas Kaplan son siempre regulables y tienen la forma de una hélice, mientras que los álabes de los distribuidores pueden ser fijos o regulables. Si ambos son regulables, se dice que la turbina es una turbina Kaplan verdadera; si solo son regulables los álabes del rodete, se dice que la turbina es una

turbina Semi-Kaplan. Las turbinas Kaplan son de admisión radial, mientras que las semi-Kaplan pueden ser de admisión radial o axial.

El accionamiento para el giro de los alabes en el rodete se realiza de la siguiente manera:

Los alabes del rodete giran todos el mismo ángulo al moverse todos longitudinalmente, hacia arriba o hacia abajo el vástago, que hace subir o bajar la cruceta, donde están articuladas las bielas, cuyos extremos opuestos están a su vez articulados a las manivelas, solidarias con los alabes que giran con ellas. El movimiento longitudinal del vástago se produce automáticamente con la turbina en marcha al variar la carga, mediante un servomotor de aceite.

Imagen del mecanismo de movimiento de los alabes de la turbina:



*Figura 8. Mecanismo de movimiento de los alabes de la turbina (1)*

Otro mecanismo más sencillo que consiste en que un cilindro pistón en su movimiento de arriba abajo accione una cruceta que genera el movimiento de los alabes por igual. Este mecanismo es un mecanismo más sencillo que el anterior.



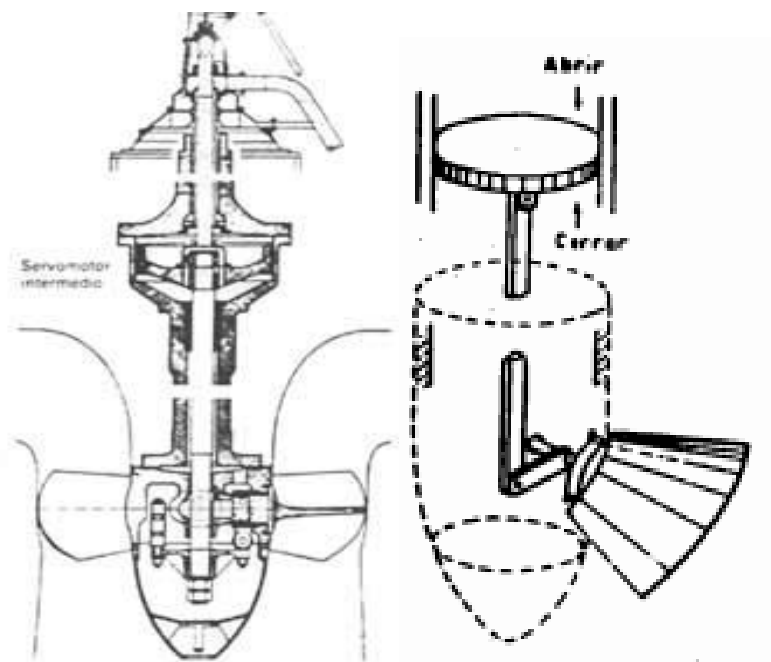


Figura 9. Mecanismo de movimiento de los alabes de la turbina (2)

Las siguientes imágenes muestran las diferentes partes de la turbina Semi – Kaplan:

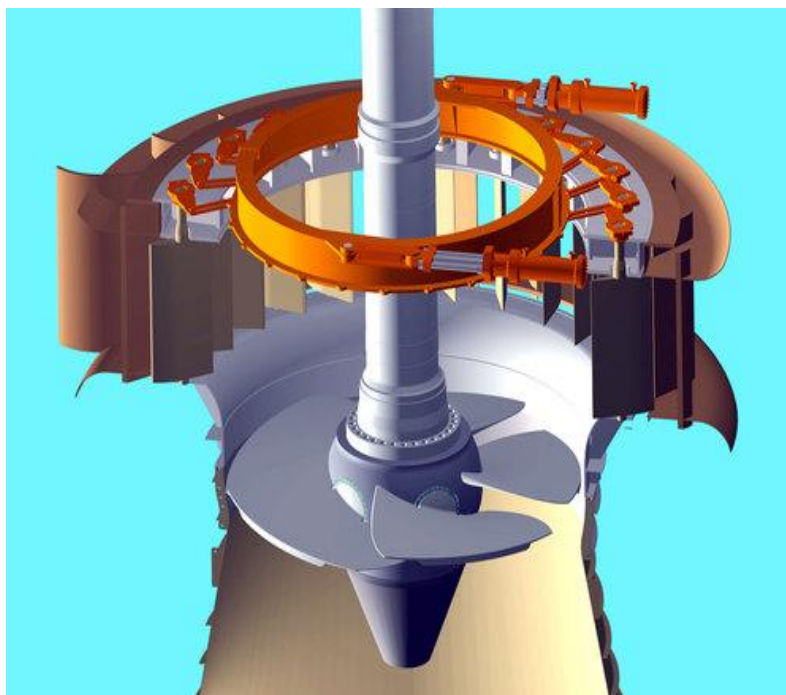


Figura 10. Turbina Semi-Kaplan

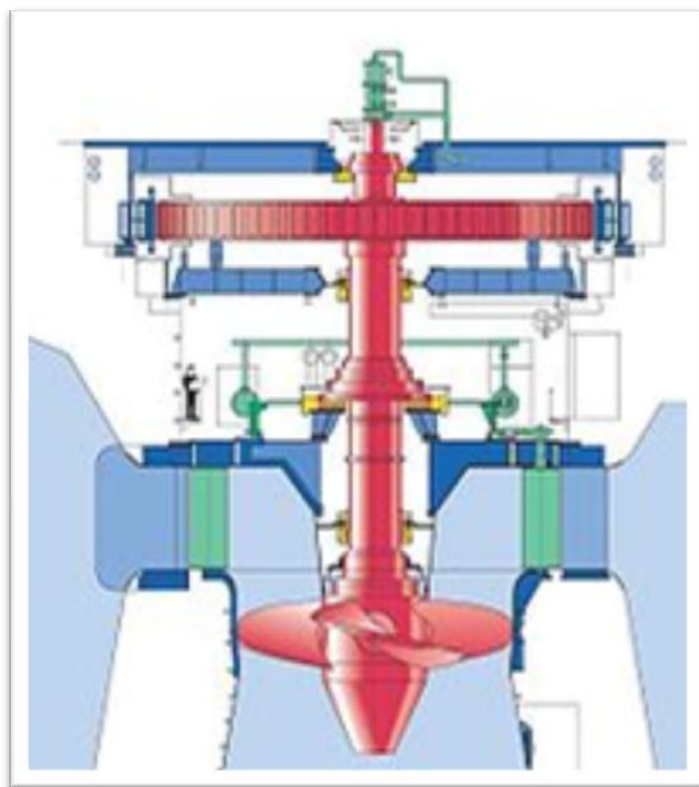
En la siguiente imagen se puede apreciar un rodete con sus alabes de una turbina hidráulica de la central de Salto Grande (Brasil), que posee una caída de 16 m. Su potencia es de 18.300 kW y la velocidad de giro es de 128 r.p.m.



*Figura 11. Rodete con alabes de una turbina hidráulica*

Las partes de la turbina semi-kaplan son las siguientes:

- Alternador
- Álabes directriz
- Rodete
- Tubo de aspiración
- Mecanismo de giro de los álabes del rodete
- Eje



*Figura 12. C.H. con una turbina semi-Kaplan*

#### **8.2.4 Turbina seleccionada**

Percibiendo los recursos hidráulicos de caudal de  $10.5 \text{ m}^3/\text{s}$  de nuestra instalación y teniendo en cuenta que el salto útil que disponemos posee 5.3 metros, la turbina que mejor se amolda a nuestra minicentral según nuestros propios criterios obtenidos por cálculos previos y conforme con la prestigiosa empresa de Turbinas Sulzer- Andritz Hydro, se ha calculado que la turbina a utilizar es una Semi –Kaplan con alabes regulables en el rodete y distribuidor fijo.

Las características ofrecidas por dicha empresa respecto a la turbina seleccionada son las siguientes:

Fabricante:	Sulzer- Andritz Hydro
Tipo:	Semi-Kaplan
Caudal nominal de funcionamiento:	$10.5 \text{ m}^3/\text{s}$
Salto Neto de funcionamiento:	5.3 metros
Disposición del eje:	vertical



Diámetro del rodete:	1380 mm
Velocidad de la turbina:	300 rpm
Velocidad de embalamiento:	804 rpm
Alabes del rodete:	5
Temperatura del agua de diseño:	25 grados
Altura desde el nivel de restitución para Q min al plano medio del distribuidor:	-2 metros
Potencia activa máxima en el eje:	492 KW

#### *8.2.4.1 Velocidad de Envalamiento*

La velocidad de envalamiento es la velocidad a la que como máximo puede girar en este caso la turbina en el caso de que se quedara sin ninguna oposición en el eje, para el cálculo se sigue la siguiente relación:

$$n_{\text{maximo}} = 2.7 * n_{\text{nominal}}$$

$$n_{\text{maximo}} = 2.7 * 300 = 810 \text{ rpm}$$

Según los datos del fabricante la velocidad de envalamiento de la turbina es de 804 rpm, según nuestros cálculos aproximados es de 810 rpm. Podemos determinar que la turbina de nuestra central cumple los criterios de la velocidad de envalamiento.

#### 8.2.4.2 Rendimiento

Rendimiento de la turbina en función del caudal disponible:

Caudal en $\text{m}^3/\text{s}$	Caudal en%	Rendimiento en %
10,5	100	90,1
10,3	98,09	90,9
9,2	87,61	91,9
8,1	77,14	91,7
7	66,66	90,7
5,9	56,19	88,7
4,3	40,95	84
3,2	30,47	79,8

Tabla 2. Rendimiento de la turbina en función del caudal disponible

3.2  $\text{m}^3/\text{s}$  es el caudal mínimo turbinable por nuestra central hidráulica.

Estos datos del fabricante de turbina, los rendimientos del generador, transformador, etc... Se utilizan con los caudales disponibles para elaborar las tablas de Kwh de generación esperada por cada mes.

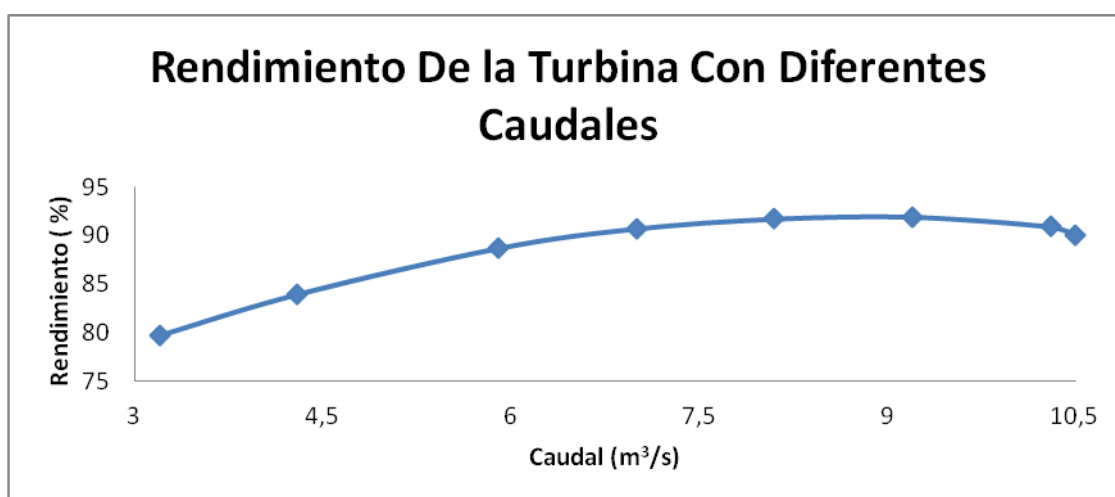


Figura 13. Rendimiento de la turbina con diferentes caudales (Fuente: fabricante Andritz - Hydro.)

Del análisis de la curva se extrae que el rendimiento no decrece tanto incluso a caudal mínimo. La selección de una o dos turbinas tiene que ver con el comportamiento de esta curva la cual justifica la utilización de una sola turbina..

- Dos turbinas para caudales del 50% tienen un rendimiento considerablemente mas bajo.
- El coste de la instalación de 2 turbinas se incrementa en 1.45 veces.

Rendimientos teóricos:

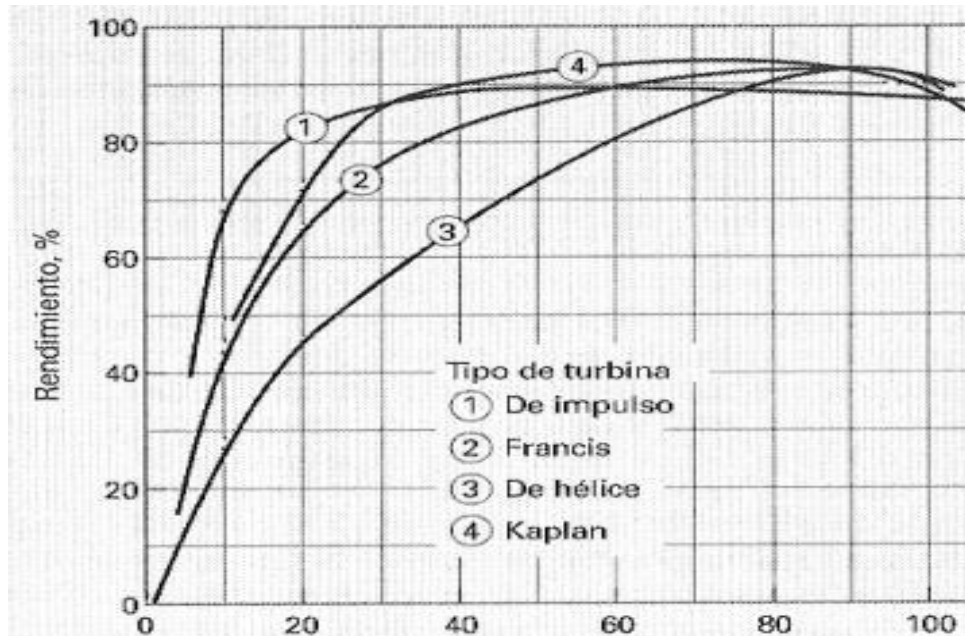


Figura 14. Rendimientos teóricos

#### 8.2.4.3 Tubería de Aspiración

Un buen diseño de la tubería de aspiración contribuye de forma notable al rendimiento de la turbina. Este puede alcanzar un 60% de rendimiento de tener o no tener un buen tubo de aspiración. La tubería de aspiración puede ser al igual que la cámara espiral en Hormigón. Si la velocidad del agua supera los 5 m/s se aconseja la utilización de un tubo de Hormigón formado internamente por una chapa soldada. En el plano numero 6 se observan las formas constructivas y secciones que el tubo de aspiración adquiere. El espesor requerido por presión es muy pequeño, inferior a 3 mm pero por continuidad el espesor a utilizarse en la zona de turbina es = 10 mm. La máxima velocidad del agua es de 8.3 m/s, por ello se ha unificado este espesor para todo el codo de aspiración metálico. Dicho codo metálico lleva unas garras para ser recibido por el hormigón armado que le rodea.

Se presenta en el dibujo anexo las distintas secciones del tubo de aspiración así como de las velocidades respectivas pasando de  $V_1=8.34$  m/s a eje del rodete de turbina a  $V_2 = 1.52$  en la salida del tubo de aspiración.

Estas velocidades  $V_1$  y  $V_2$  así como las alturas  $H_u$  neto del salto.

$H_a$  = Altura de aspiración medido desde el eje del rodete o lamina de restitución así como el coeficiente de cavitación  $\sigma$  de Moody.

$$\sigma = \frac{\left(\frac{P_a}{\alpha}\right) - H_{a \text{ teorico}}}{H}$$

Otro componente relacionado es la velocidad especifica de la turbina  $n_s$  determinaran la ganancia de rendimiento atribuible al tubo de aspiración. En el diseño del tubo de aspiración, debe ampliarse también el área de la sección  $A_{n+1}$  debe de ser superior a  $A_n$  dentro de esta relación:

$$0.12 \leq \sqrt{A_{n+1}} - \sqrt{A_n} < 0.2$$

Las velocidades respectivas de cada sección son decrecientes.

La fórmula del tubo de aspiración es la siguiente:

$$h_a \leq \frac{P - P_{min}}{\alpha} - \eta \frac{(V_1^2 - V_2^2)}{(2\rho)}$$

Siendo:

$h_a$ : Altura desde el eje de la turbina a lamina de agua

En otro apartado se ha calculado en  $n_s$ , numero especifico de revoluciones,  $n_s = 900$  rpm en nuestro caso.

El valor obtenido de las tablas es:

$$\frac{\left(\frac{P}{\alpha}\right)_{min}}{H} \text{ para } n_s = 900 \text{ rpm resulta que } = 1.29$$

$$\left(\frac{P}{\alpha}\right) = 9.7 \text{ m}$$

El coeficiente de cavitación  $\sigma$  de  $n_s$  es  $\sigma = 1.29$

Calculo de altura ( $h_a$ ) de lamina de agua respecto al eje de la turbina,  $h_a =$

$V_1$  = Velocidad vertical cruzado de la turbina = 8.7 m/s

$V_2$  = Velocidad salida de tubo de aspiración

Altura neta de la aplicación = 5.3 m

$$ns = \frac{300 \times \sqrt{497 \times 1.36}}{5.3 \times \sqrt[4]{5.3}} = 969 \text{ rpm}$$

Asumiendo como rendimiento de la tubería del 0.6:

$$\frac{v_1^2}{2 \times \rho} = 3.8578$$

$$\frac{v_1^2}{2 \times \rho \times 5.3} = 0.7279$$

$$\frac{v_2^2}{2 \times \rho} = 0.0861$$

$$\frac{v_2^2}{2 \times \rho \times H} = 0.0163$$

$$\frac{\left(\frac{F}{\alpha}\right)_{\min}}{H} = 1.29$$

$$\left(\frac{P}{\alpha}\right) = 1.29 \times 5.3 = 6.8 \text{ m}$$

$$ha = (9.5 - 6.8) - 0.65 \frac{8.3^2}{2 \times 9.8}$$

$$ha = 2.687 \text{ metros}$$

Otra aproximación para el mismo calculo:

$$\sigma = 1.29$$

$$\sigma = 1.29 = \frac{9.5 - (ha)_{\max}}{5.3}$$

$$ha_{\max} = 9.5 - 5.3 \times 1.29 = 2.7 \text{ metros}$$

$$ha = 2.7 \text{ metros}$$

Como se puede ver para ambos casos coincidimos, ha es de 2.7 metros, 2.7 m es el límite de cavitación.

El fabricante de la turbina por seguridad nos aconseja una altura de 2 metros, este valor es del todo seguro.

### 8.2.5 *Parámetros de Cavitación y Posición de las turbinas*

Las máquinas que trabajan con fluidos compresibles están sujetas a fenómenos elásticos, en cambio las máquinas hidráulicas no sufren este problema, ya que el agua es prácticamente incompresible.

Sin embargo, tienen también limitada su velocidad por la cavitación.

La Cavitación significa, la formación de cavidades en el seno del líquido, definidas por burbujas de vapor dentro de la masa líquida y producidas por una vaporización local a causa de ciertas condiciones dinámicas. Estas pueden ser una alta velocidad relativa y consecuentemente, una caída de la presión local hasta la presión de la tensión del vapor a la temperatura a la que se encuentra el líquido. Estos efectos suelen presentarse en la parte convexa de los alabes, concretamente en la zona de descarga de una turbina, así como en la región periférica del rodete donde las velocidades tangenciales son altas. En general, en todo punto en que se produzca una aceleración local suficiente para reducir la presión al valor del de vaporización.

La cavitación disminuye el rendimiento hidráulico, pero el efecto más grave es la erosión de los álabes, que genera cada vez más una vez iniciada, obligando a revisiones periódicas de la máquina y a reparar la parte afectada. La falta de masa local, producida por la cavitación, puede dar lugar también a vibraciones del rotor.

Al diseñar una turbina y proyectar su instalación debe tenerse en cuenta que la cavitación no llegue a producirse, al menos en gran medida ya que esto obliga a reducir las velocidades de operación y a aumentar el peso y tamaño por unidad de potencia, así como a cuidar la posición de las turbinas respecto al nivel de aguas abajo.

Las turbinas de reacción están expuestas a fenómenos de cavitación y de vibración que afectan negativamente a su rendimiento y duración. En estos fenómenos influyen:

- 1-La altitud o la presión barométrica.
- 2- La presión del vapor de agua, creciente con la temperatura de ésta.
- 2-La altura  $h_a$  del borde inferior del rodete sobre el nivel de descarga.
- 3-La velocidad del agua a la salida del rodete  $v_2$ .
- 4-La altura efectiva de presión adicional recuperada en el tubo de aspiración.

### 8.2.5.1 Coeficiente o parámetro de cavitación

El tubo de aspiración crea una depresión en la zona de salida del agua del rotor, que pudiera alcanzar valores tan bajos, que condicionaran el buen funcionamiento de la turbina, debido al fenómeno de la cavitación.

Se define como el coeficiente o parámetro de cavitación para turbinas de reacción y a señalar valores del mismo que limitan la posición de las unidades respecto al nivel de aguas abajo.

En la siguiente figura se representan las condiciones de salida del rotor y se representan con el subíndice (2) y las del nivel de agua en el socaz por (a). A la cota Z2 se le designa generalmente por  $H_s$ , que representa la altura de aspiración.

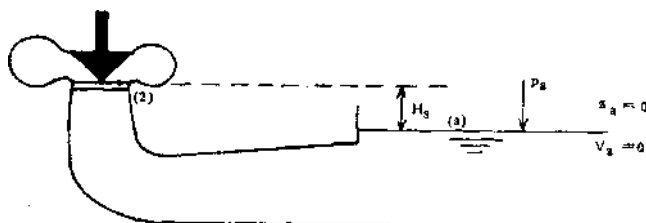


Figura 15. Condiciones de salida del rotor

Al aplicar Bernoulli se tiene que:

$$Z2 + \frac{P2}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} = Z_a + \frac{P_a}{\gamma} + \frac{V^2}{2g}$$

Desarrollando la formula queda:

$$\frac{P2}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} = H_{at} - H_s$$

Por ello el coeficiente de Cavitation se define como:

$$\sigma = \frac{H_{at} - H_s}{H_n}$$

Siendo  $H_n$  = La carga neta sobre la turbina.

Utilizando la siguiente grafica podemos determinar los aspectos de nuestro caso concreto:

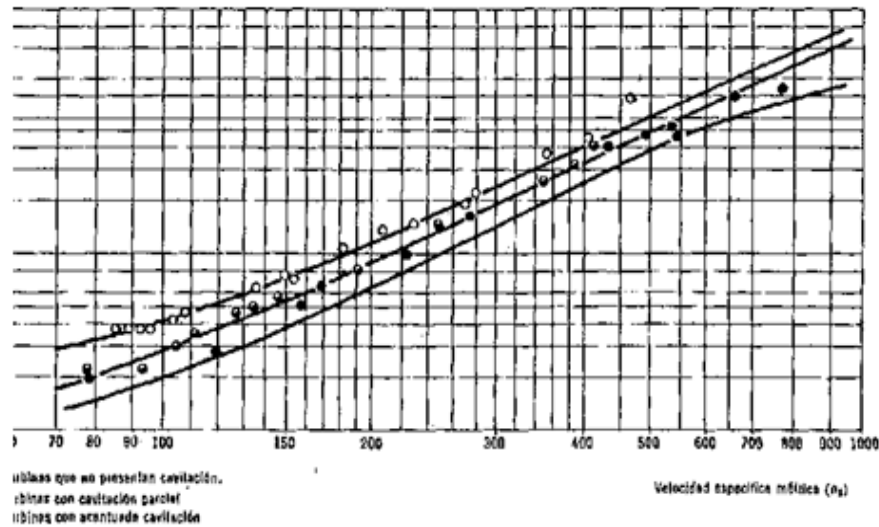


Figura 16. Cavitación

Aplicando a nuestro caso concreto tenemos que del coeficiente de Thoma:

$$\sigma = \frac{H_{at} - H_s}{H_n} = \frac{10.2 - 2}{3.2} = 2.56$$

Este valor situa nuestra turbina en la zona de alejada de la cavitación, según grafico anexo cuyo valor de cavitación es de 1.7.

Siendo nuestro caso real de  $\sigma = 2.56 \geq 1.7$  podemos confirmar que el diseño de nuestra turbina es segura en cuanto al efecto de cavitación se refiere.



### 8.2.6 Grafica de alturas – Caudales con zonas de idoneidad y aplicación de diversos tipos de turbina

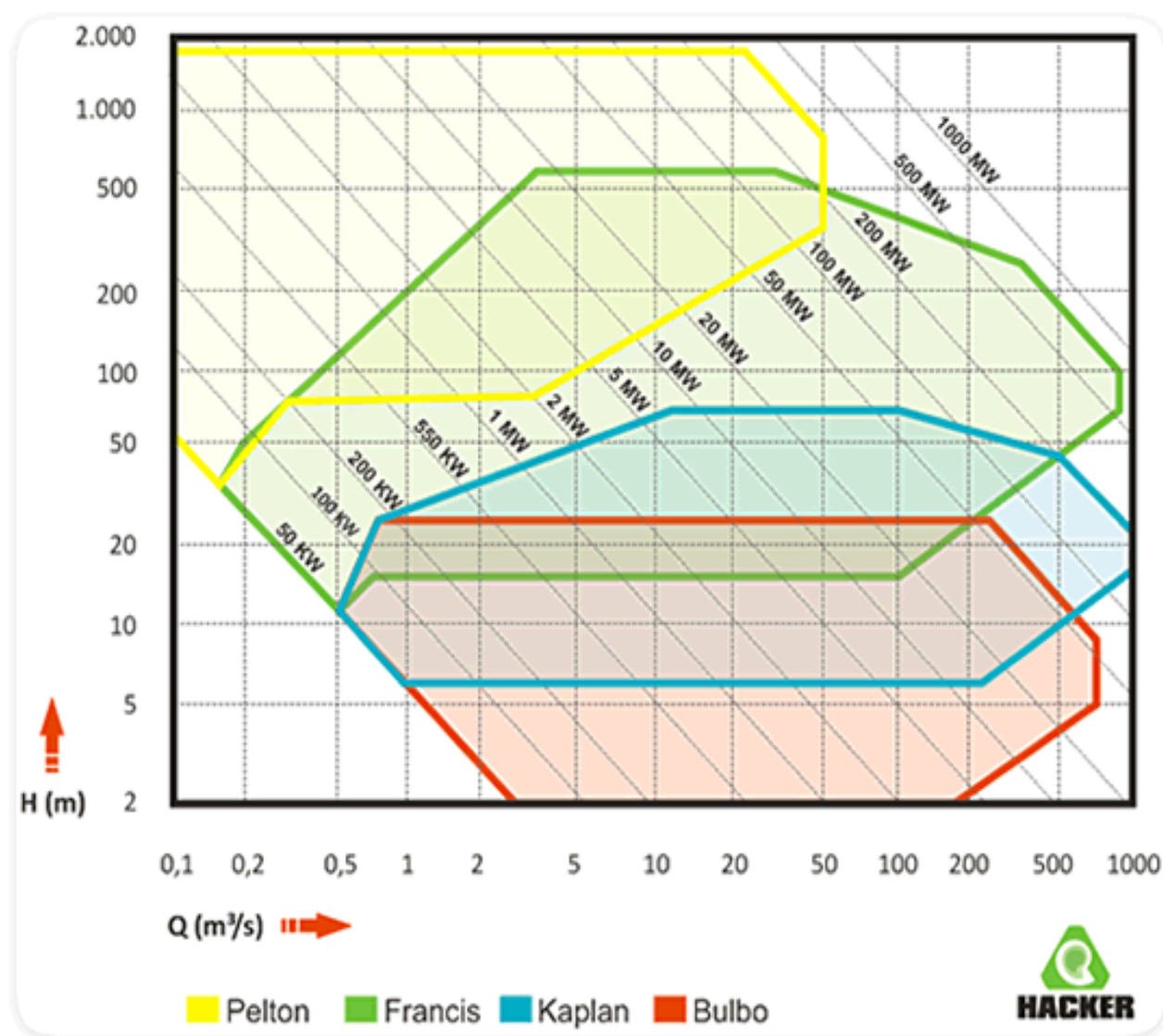


Figura 17. Grafica de alturas

Como puede percibirse en la grafica se puede determinar que la zona optima de trabajo de la Turbina Kaplan, es de mucho caudal y de poco salto de altura. También puede llegar a distinguirse que otras turbinas como la Bulbo podrían realizar este trabajo, pero después de consultar al fabricante y percibir los rendimientos se ha optado por una turbina Semi –Kaplan.

### 8.2.7 Grafica para la selección de la turbina según la velocidad del rodete y la altura del agua a turbinar.

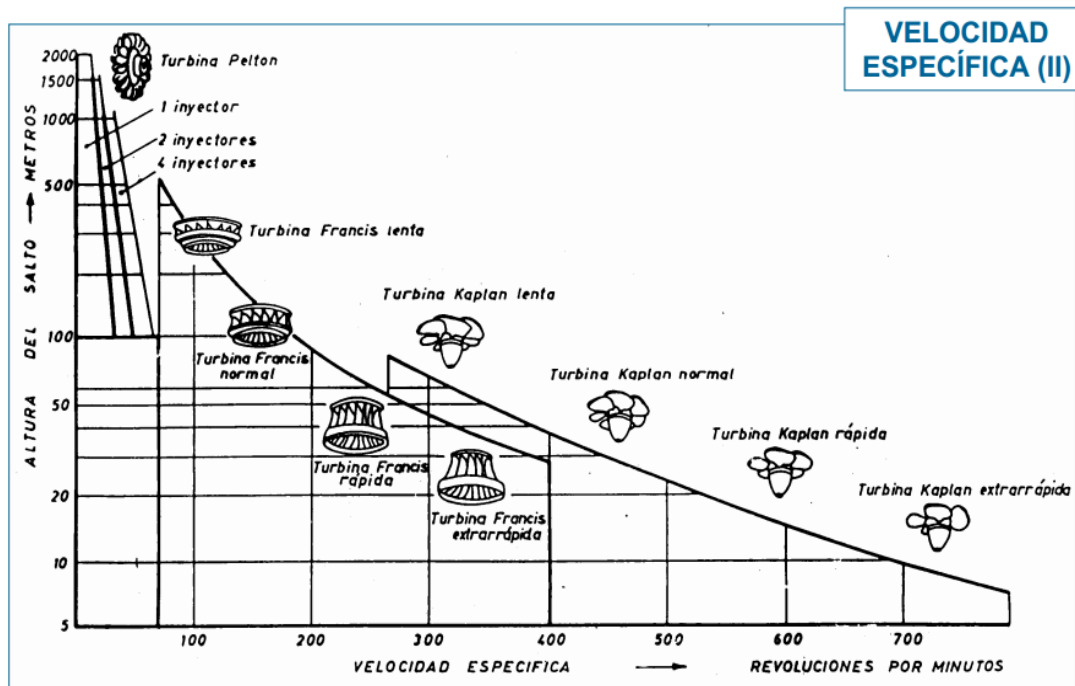


Figura 18. Tipos de turbinas

Según podemos confirmar en esta grafica después de realizar los siguientes cálculos esta grafica muestra que nuestra turbina Semi-Kaplan se puede determinar como una turbina Semi-Kaplan extra rápida, es decir, con una velocidad especifica alta y poca altura de salto.

$$n_s = \frac{n}{H} * \sqrt{\frac{P}{\sqrt{H}}}$$

en la que:

$n_s$  = velocidad específica en rpm.

$n$  = velocidad de sincronismo en rpm.

$p$  = potencia de la turbina en CV

$H$  = altura del salto en m.

Nuestra velocidad específica es de 900 rpm.

### **8.2.8 Otras características de la Turbina**

Acoplamiento	Directo a eje de generador
Acoplamiento tipo	RENK
Cojinete Principal de turbina	
Turbina	
Radial	De deslizamiento de engrase por Bomba
Axial	De pastillas para absorción de cargas axiales

La Turbina es accionado y lubricado por un grupo oleo hidráulico de aceite cuya misión es:

Realizar la lubricacion precisa de las partes giratorias de la turbina como son:

- Cojinete axial y radial
- Mecanismos de regulación de los alabes de la turbina
- Refrigeración de cojinetes para que este opere a la Temperatura adecuada de 50 grados/ max.
- Dispone de accionamiento hidráulico del pistón y mecanismo regulación los ángulos de los polos de la turbina.
- Presurización del depósito de aceite, deposito de vejiga a unos 100 bar.
- Otras funciones de esta central oleo hidráulica:
- Accionamiento de los pistones hidráulicos de:
- 2 limpia rejas de cámara de carga
- Pistones hidráulicos de válvulas componentes localizados en la cámara de turbina, tubería de restitución

Cargas que el eje de Turbina puede transmitir a eje de Generador para un diseño:

Empuje Radial 7 KN (Kilo Newton)

Empuje Axial +70 /-30 KN.

### **8.2.9 Mantenimiento de la turbina**

Se debe comprobar periódicamente la estanqueidad de las palas del rodete para evitar pérdidas de aceite hacia el exterior y la entrada de agua hacia el núcleo. Según el tamaño de la turbina, se tolera un nivel, máximo de pérdidas de aceite que oscila entre los 100 y los 110 litros al año, superar estos valores supondrá clasificar la turbina como contaminante, con las consecuencias negativas, tanto ambientales como administrativas que eso acarrea.

Por otro lado se debe comprobar que no ha existido cavitación realizando una revisión del nivel de corrosión que presenta el rodete, los alabes y el envolvente.

Otro elemento que requiere de un mantenimiento, son los cojinetes desgastados que implican perdidas muy importantes de potencia y deterioro de las piezas giratorias y que no deberían hacerlo. No deja de ser importante el movimiento de los alabes de la turbina, ya que, al sufrir movimientos para regular el caudal los desgastes serán mayores que si fueran de alabes fijos. Un alabe desgastado permitirá la entrada de agua al núcleo, de forma que se producirán deterioros en el sistema de regulación.

Por último decir que, se deben comprobar otros aspectos como el nivel de fugas y el funcionamiento de las diferentes válvulas y elementos que constituyen la turbina Semi – Kaplan.

## **8.3 Generador Eléctrico**

### **8.3.1 Tipos de Generadores Eléctricos**

Entre los tipos de generadores existentes se pueden diferenciar 2:

- Maquina Síncrona
- Maquina Asíncrona

### 8.3.2 Maquina Síncrona

Como generalidad de las maquinas rotativas, consta de una parte fija denominada Estator y de una parte móvil denominada Rotor, constituyendo el circuito magnético de la maquina. Igualmente dispone de dos circuitos eléctricos situados sobre el Estator y Rotor de la maquina, relacionados a través del circuito magnético, siendo su característica principal que el devanado inducido se encuentra alojado en el ranurado del estator y el circuito inductor, alimentado por corriente continua, siempre que no tengamos un rotor de imanes permanentes, en el rotor.

La maquina Síncrona es una maquina de corriente alterna, generalmente trifásica, en la cual la relación entre la frecuencia de las variables eléctricas y la velocidad de giro, en régimen permanente, es igual al número de ares de polos P. La fórmula que relaciona las siguientes variables es:

$$n = \frac{60 * f}{P}$$

Donde,

n= Velocidad de giro

f= Frecuencia

P= Pares de polos

Las maquinas Síncronas, como cualquier maquina eléctrica tiene la reciprocidad electromagnética, es decir, este tipo de maquinas son reversibles, con lo que pueden trabajar como motor o como generador sin tener que cambiar ningún elemento mecánico. Sin embargo en la práctica de las instalaciones eléctricas es más frecuente su empleo como generadores, para producir energía eléctrica de corriente alterna en las centrales Hidráulicas, centrales Nucleares, centrales Térmicas, etc....

### 8.3.3 Construcción de la Maquina Síncrona

**Estator:** Consta de un circuito magnético de acero laminado y dopado con silicio, con el objetivo de reducir las pérdidas de Histéresis y de Foucault. En esas chapas se hacen unas ranuras donde se alojan los bobinados del estator, con alguna de las técnicas constructivas, como pueden ser el devanado de doble capa, el devanado de paso acortado y el devanado de devanado distribuido o la técnica de ranuras inclinadas, con el objetico de poder filtrar los armónicos que se pudieran dar y a su vez obtener ondas senoidales del campo magnético del estator y la de la tensión inducida en los bobinados de paso diametral.

**Rotor:** El hecho de que la velocidad del campo magnético del rotor y la velocidad física del rotor giren a la misma velocidad hace que desde el punto de vista del rotor no se perciban flujos variables que induzcan pérdidas magnéticas en el núcleo del rotor. Este hecho hace que no aparezcan pérdidas de Histéresis y de Foucault lo que genera que no se deba laminar el núcleo. A su vez al poseer un núcleo macizo lo que ocurre es que se puede girar a velocidades superiores, con la consecuencia de que el número de pares de polos puede ser reducido y así disminuir el volumen de la máquina. En el rotor macizo se realizan unas ranuras donde se alojan las bobinas del rotor.

En el caso de un rotor de imanes permanentes no existen bobinados en el rotor, es decir, lo que se hace es poner unos imanes permanentes en la periferia del rotor que no deben ser excitados.

El rotor de la máquina síncrona puede ser un rotor de Polos Lisos y por un rotor de Polos Salientes. Gracias a estos 2 tipos de polos diferentes se puede obtener el par de los tipos de 2 forma diferentes:

- Por Reluctancia variable
- Por Interacción de 2 campos magnéticos

#### **8.3.4 Máquinas Síncronas como generadores**

Las máquinas síncronas como generadores se pueden utilizar en 2 casos diferentes:

**Para Sistemas Aislados:** Se puede controlar de forma independiente la frecuencia con la velocidad de la máquina motriz y la amplitud de la tensión, siempre que para este último tengamos un rotor bobinado y no tengamos un rotor de imanes permanentes.

**Para Conexión a red:** Se puede controlar de forma independiente la potencia activa, con la velocidad de la máquina motriz y la potencia reactiva, con la corriente de excitación, siempre que para este último tengamos un rotor bobinado y no tengamos un rotor de imanes permanentes. Lo que ocurre con la frecuencia y la tensión es que, al conectar nuestro generador a una red ya existente, la amplitud de esa tensión y la frecuencia de esa tensión ya están impuestas por la propia red con lo que el grado de libertad en el control de nuestro generador es más limitado.

#### **8.3.5 Funcionamiento como Generador**

Las máquinas síncronas en su funcionamiento como generador y cuando está sometido a una carga trabaja de la siguiente manera:

Para empezar debemos determinar el tipo de rotor que tiene nuestra máquina eléctrica. Por un lado si el rotor es de imanes permanentes, el rotor permanecerá constantemente excitado,

pero dicha excitación no podrá ser modificada. Por otro lado, si el rotor es de rotor bobinado habrá que excitarlo con una corriente continua que será introducida por escobillas o por una técnica que utiliza generadores auxiliares. Dicha excitación podrá ser modificada en función del valor de la corriente continua.

Cuando el rotor se encuentra excitado, independientemente de esta cuestión, el rotor deberá girar mediante un accionamiento de un mecanismo ajeno a nuestro motor Síncrono. Desde el punto de vista del rotor y cuando tenemos un rotor de rotor bobinado la excitación de la misma, es decir, el paso de una corriente continua por el rotor de la maquina Síncrona generara la aparición de un campo magnético del rotor en el entrehierro. Dicho campo magnético girara a la misma velocidad que la velocidad física del rotor, con lo que desde el punto de vista del rotor de la maquina síncrona no aparecerán pérdidas magnéticas en el núcleo, haciendo así que la maquina Síncrona tenga las características determinadas en la sección de construcción de la maquina Síncrona.

Cabe destacar que:

Después de inducir el campo magnético del rotor en el entrehierro, desde el punto de vista del estator dicho campo magnético del entrehierro se percibe como variable, lo que genera que los bobinados del estator perciban un flujo variable en su bobinado. Al percibirse este flujo variable se induce una tensión en el bobinado del estator, con lo que al cerrar el circuito con la carga que tenemos conectada (una carga aislada, la red ...) pasara una corriente por el estator. Este flujo variable induce pérdidas magnéticas en el estator con lo que habrá que laminar el estator para limitar dichas pérdidas. A su vez en el núcleo tenemos unas ranuras donde se aloja las bobinas del estator en alguna de las 4 técnicas constructivas, que son las siguientes:

1-Devanado Distribuido

2-Deavanado de paso acortado

3-Ranuras Inclınadas

4-Devanado de Doble Capa

Con estas 4 técnicas constructivas se consigue que tanto la tensión inducida en las bobinas y el campo magnético de entrehierro sean ondas senoidales. A su vez también se consigue que los armónicos sean fuertemente filtrados o eliminados.

Para concluir decir que la maquina Síncrona despendrera la energía desde el estator al elemento en alimentar.

### 8.3.6 Maquinas Síncronas como motores

Aunque es menos usual, también resulta interesante su utilización en algunas aplicaciones del mundo de los accionamientos eléctricos:

1. En accionamientos de gran potencia, es decir, mayor a 5 MW y baja velocidad donde el convertidor estático dominante sigue siendo el ciclo convertidor, resulta interesante el uso de la maquina Síncrona por su capacidad de generar la potencia reactiva que necesita dicho convertidor para su correcto funcionamiento. A este tipo de aplicaciones pertenecen los trenes de laminación por ejemplo.
2. La maquina Síncrona con imanes permanentes junto a un convertidor estático que se encarga de asegurar el sincronismo, permite obtener la misma precisión de control de la maquina Dc, aunque con notables mejoras: No utiliza escobillas, presenta una mayor par / inercia, no tiene pérdidas en el rotor, presenta una mayor relación potencia / volumen... Estas características han originado un espectacular incremento en el uso de la maquina Síncrona en servo sistemas en los que necesita una respuesta rápida para actividades como: Maquinas Herramienta, Robótica.... Dada su semejanza con la maquina DC, al conjunto maquina Síncrona-Convertidor electrónico se le conoce con el nombre de maquina Brushless.

### 8.3.7 Circuito Equivalente de la maquina Síncrona

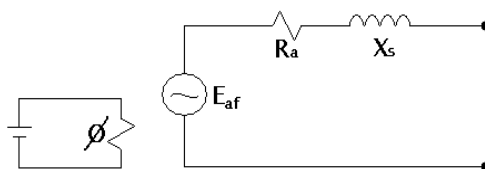


Figura 19. Circuito equivalente de la máquina Síncrona

Donde:

El primer circuito por la izquierda es el que genera la excitación del bobinado del rotor.

$E_a$ = Tensión de vacío

$R_a$ = Resistencia de la maquina Síncrona

$X_s$ = Inductancia de la maquina Síncrona



### 8.3.8 Maquina Asíncrona

La maquina Asíncrona es una maquina eléctrica rotativa cuya característica principal es que, a diferencia de la maquina Síncrona, produce par a cualquier velocidad excepto a la de Sincronismo. Dicho de otro modo, la velocidad de giro del rotor es siempre distinta a la de sincronismo, impuesta por la frecuencia del estator. Esta característica la hace muy utilizada especialmente como motor, aunque también se utiliza como generador, por ejemplo en minicentrales hidráulicas de baja potencia y sistemas eólicos.

Esta máquina eléctrica se denomina maquina de inducción, ya que la corriente que circula por uno de los devanados es debida a la f.e.m inducida por la acción del flujo del estator. En general las maquinas Asíncronas suelen ser trifásicas, aunque también existen maquinas Síncronas monofásicas, caracterizadas por su pequeña potencia.

En general la maquina Asíncrona trifásica es una de las maquinas eléctricas más utilizadas, normalmente como motor, debido a sus características de funcionamiento, así como a su fiabilidad, robustez, elevada relación peso/ potencia, gran capacidad de sobrecargas transitorias y bajo coste.

### 8.3.9 Construcción de la Maquina Asíncrona

Como en todas las maquinas eléctricas rotativas, la maquina Asíncrona contiene un Estator y un Rotor. En esta máquina el Estator se le llama Inductor, y al Rotor se le llama Inducido.

**Estator:** Por los mismos efectos de pérdidas de la maquina Síncrona, su construcción consta de las mismas características. Este estator está formado por un apilamiento de chapas de un material ferromagnético que disponen de unas ranuras en su periferia, en el que se interior se introducen unos bobinados con alguna de las 4 técnicas constructivas previamente explicadas.

El efecto de alimentación del estator con un sistema trifásico de tensiones, se genera un sistema trifásico de corrientes, que generan un campo magnético rotatorio en el entrehierro que gira a la velocidad de sincronismo,  $\Omega_s$ :

$$\Omega_s = \frac{\omega}{p}$$

$\Omega_s$  = Velocidad de Sincronismo

$\omega$  = Variables eléctricas , donde se determinan la frecuencia en Hz

$p$  = Numero de pares de polos

**Rotor:** Está formado por un conjunto de chapas magnéticas apiladas, formando un cilindro, que tiene unas ranuras en la periferia de la circunferencia donde se alojan los devanados. El rotor de la maquina Asíncrona consta de 2 circuitos diferentes:

**1-Circuito Magnético:** Se realiza con un material ferro magnético. Dado que la velocidad de giro es distinta a la velocidad de sincronismo al que gira el campo magnético en el entrehierro el rotor ve un flujo variable. Este efecto genera que aparezcan perdidas de Foucault y Histéresis con lo que habrá que laminarlo igual que el estator.

**2-Circuito Eléctrico:** Se pueden distinguir 2 tipos de rotor:

1. Maquinas de Rotor de Jaula de Ardilla
2. Maquinas de Rotor Bobinado o de Anillos.

### ***8.3.10 Funcionamiento como Motor de la maquina Asíncrona***

Las maquinas síncronas se caracterizan principalmente por su funcionamiento como motor, el funcionamiento consiste del siguiente proceso:

Primeramente se introduce una corriente trifásica equilibrada y alterna por el devanado del estator de la maquina Asíncrona. Esta corriente alterna es variable para las bobinas del estator, por ello, esto genera que dicho bobinado perciba un flujo variable y así se genere el campo magnético del estator en el entrehierro. El campo magnético del estator en el entrehierro es una f.e.m, una fuerza electro motriz, donde dicha fuerza hace que el rotor comience a girar físicamente. Siempre que el propio rotor, en su giro físico o movimiento gire a una velocidad diferente a la de sincronismo o también llamado velocidad del campo magnético del estator generara que se induzca el campo magnético del rotor en el entrehierro. Esto ocurre ya que si el rotor gira a la misma velocidad de campo magnético del estator, las bobinas del rotor no perciben variable el flujo con lo que no se induce el campo magnético del rotor en el entrehierro y para poder generar el par es necesario en este caso que se induzcan los 2 campos magnéticos.

A la diferencia de velocidad entre la velocidad física de giro o movimiento del rotor y la velocidad del campo magnético del estator se le denomina Deslizamiento, definida por la letra S.

$$\Omega_m = \Omega_s (1-s)$$

### 8.3.11 Circuito Equivalente de la maquina Asíncrona

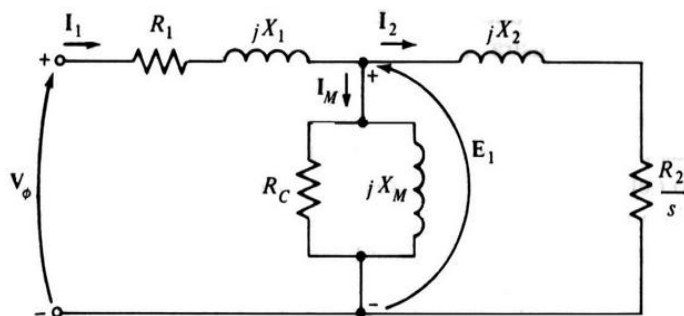


Figura 20. Circuito Equivalente de la maquina Asíncrona

$R_1$ = Resistencia del devanado del estator

$X_1$ = Inductancia de fugas del estator

$R_2 / S$ =Resistencia del devanado del rotor referido al estator en el que se tiene en cuenta el deslizamiento

$X_1$ = Inductancia de fugas del rotor referido al estator

$R_M$ = Resistencia de pérdidas magnéticas

$X_C$ = Reactancia de magnetización

### 8.3.12 Requisitos eléctricos que debemos tener en cuenta al conectar una maquina Síncrona a la red eléctrica según el reglamento

En esta sección se han especificado aquellos reglamentos que afectan a nuestra minicentral hidráulica. La aplicación de estos reglamentos se ha especificado en diferentes secciones de nuestro proyecto como por ejemplo en la parte de regulación.

El reglamento a cumplir consta de:

#### 8.3.12.1 Prescripciones y normas técnicas

La conexión de nuestra minicentral hidráulica a la red de la empresa eléctrica, en nuestro caso Iberdrola, genera la obligación de cumplir las prescripciones de condiciones de conexión y de funcionamiento, que seguidamente se describen en el siguiente reglamento:

1-El funcionamiento de las centrales no deberá provocar en la red pública averías, disminuciones de las condiciones de seguridad, ni alteraciones superiores a las admitidas por los Reglamentos

en vigor que afecten a los demás abonados, según se especifica posteriormente. Además, su funcionamiento no dará origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red pública.

2-La tensión generada por la minicentral será prácticamente sinusoidal con objeto de evitar efectos perjudiciales en los equipos de baja impedancia a altas frecuencias como pueden ser baterías de condensadores, y equipos electrónicos como: informáticos y de telecomunicación.

3-Las condiciones de funcionamiento y de conexión de una central a una red pública se fijarán en función de la potencia de los generadores y de sus características, de las máquinas motrices que los accionen, así como de la forma de funcionamiento de la central y de la potencia máxima que vaya a suministrar a la red.

Por otra parte, al establecer las condiciones de conexión a la red pública, se tendrán en cuenta:

- Tensión nominal y máxima de servicio
- Potencia máxima de cortocircuito admisible
- Capacidad de transporte de la línea
- Potencia disponible de los transformadores de los centros de transformación
- Sistema de puesta a tierra
- Tipo de red: en este caso una red aérea
- datos que en casos especiales fueran necesarios

4-En caso de apertura del interruptor automático de la empresa eléctrica correspondiente a la línea a la que se conecte una central, ésta no deberá mantener tensión en la red de la compañía, y si la pudiera mantener por ir equipado de generadores síncronos o asíncronos auto excitados, se montará por parte de la propiedad un sistema de tele desconexión de la central desde la subestación o centro de transformación de la compañía a la que se conecte la central. En las redes aéreas con reenganche automático se establecerán dispositivos adecuados para que la central no se conecte de nuevo hasta que la reconexión sea firme.

5- Las empresas eléctricas podrán revisar periódicamente o cuando se haya originado una avería, el estado de regulación y mantenimiento de los equipos de protección y conexión de las centrales conectadas a sus redes. En caso de que así lo exija el titular de la central, en la revisión deberá estar presente un técnico del órgano competente de la Administración o de una entidad colaboradora de dicha Administración. Si fuera necesario parar la central para efectuar las

revisiones, el incremento momentáneo de la potencia demandada no repercutirá en la potencia base de facturación.

6- En lo no previsto en esta Orden, las instalaciones eléctricas de las centrales sólo estarán obligadas a cumplir los reglamentos electrotécnicos en vigor correspondientes.

#### *8.3.12.2 Potencias máximas de las centrales interconectadas*

En el caso de la conexión a redes de alta tensión, se hará siempre a través de transformadores con uno de sus devanados en conexión triángulo.

En el caso de la maquina Síncrona se podrán conectar centrales de potencia no superiores a 10 MVA siempre que su potencia no supere el 50 % de la capacidad de transporte de la línea a la que se conecte.

Para potencias mayores convendrán ambas partes las condiciones técnicas de la conexión, y en caso de desacuerdo, decidirá el órgano competente de la Administración.

#### *8.3.12.3 Condiciones específicas de interconexión de centrales de autogeneración con generadores Síncronos*

1- Los generadores síncronos deberán tener una capacidad de generación de energía reactiva suficiente para mantener las condiciones del factor de potencia señalado en el artículo noveno del Real Decreto 907/1982 con las variaciones de tensión normales y admisibles de la red a la que estén conectados; es decir, podrán mantener un factor de potencia entre 1 y 0,8 en adelante o retraso, medido en el punto de conexión.

2-El aumento de la potencia de cortocircuito a la red a que dé lugar la interconexión de la central deberá ser compatible con las condiciones de la misma.

3-La central deberá poseer un equipo de sincronización automático o manual y en cualquier caso será exigible un relé de enclavamiento de sincronismo. Podrá prescindirse de dicho equipo si la conexión se pudiera efectuar como generador asíncrono o en los casos que se emplee un rectificador inversor.

3-La conexión de la central con la red deberá hacerse cuando en la operación de sincronización las diferencias entre las magnitudes eléctricas del generador y de la red sean inferiores o iguales a los siguientes límites, es decir, la conexión de nuestra central a la red se efectuara cuando se cumpla que:

	Potencia del generador >1.000 kVA	Potencia del generador ≤1.000 kVA
Diferencia de tensiones	± 10%	±8%
Diferencia de frecuencia	± 0,2 Hz	± 0,1 Hz
Diferencia de fase	± 20°	± 10°

*Tabla 3. Limites*

Los puntos posibles de puesta en paralelo, no equiparados para realizar la operación de sincronismo estarán dotados de los enclavamientos necesarios para impedir la puesta en paralelo.

5- Los generadores síncronos de potencia igual o inferior a 1.000 KVA podrán conectarse a la red como asíncronos, si se puede conseguir que la caída de tensión máxima en la conexión sea como máximo del 5 % de la tensión nominal y la duración no sea superior a 0,5 segundos.

6- Para controlar la energía reactiva suministrada por el generador, se dispondrá de un control de excitación que permita regular la energía reactiva suministrada a la red.

#### *8.3.12.4 Condiciones de Puesta a tierra que exige el reglamento*

1-La puesta a tierra de las centrales interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa eléctrica.

2-En las centrales interconectadas provistas de transformadores de acoplamiento a la red, la puesta a tierra del neutro de la instalación se hará en un solo punto, utilizando el neutro de un solo generador en caso de que haya varios. También podrá efectuarse la puesta a tierra utilizando el neutro de uno de los transformadores, pero únicamente si no está en el lado del arrollamiento de la red de la empresa eléctrica. En caso de desconexión de la máquina o transformador que se utilice en un momento para establecer la puesta a tierra, se preverán sistemas automáticos para transferir la puesta a tierra a otro punto.

#### *8.3.12.5 Armónicos*

1-Las centrales no deberán inyectar en la red armónicos que eleven su nivel a valores no admisibles.

2-La existencia de armónicos autoriza a la empresa eléctrica a desconectar de la red la central que los origina, previa autorización del órgano competente de la Administración, que podrá

ordenar la inmediata desconexión o el establecimiento de un plazo previo para la eliminación del defecto.

#### *8.3.12.6 Protecciones*

1- Las centrales que se interconecten a redes aéreas con sistemas de reenganche automático llevarán al equipo preciso para la desconexión y la conexión a la red de forma debidamente coordinada con el equipo de reenganche de subestación de la empresa eléctrica.

2- Las centrales llevarán, además, protecciones adecuadas para reducir los daños en sus propias instalaciones como consecuencia de los defectos internos. Estas protecciones se ajustarán a lo establecido en los reglamentos electrotécnicos.

3- La reconexión de la central a la red no se hará hasta que no exista una tensión superior al 85% de la nominal y haya transcurrido un tiempo no inferior a tres minutos.

#### *8.3.13 Características del Generador Seleccionado*

Tipo: Síncrono

Marca: Indar

Referencia: LSA-10-K/20

Fases: 3

Potencia Aparente: 600KVA

Potencia Activa: 540 Kw

Tensión: 3000V

Corriente: 115.5 A

$\cos \alpha = 0.9$

Frecuencia: 50 Hz

Numero de Polos: 10 pares de polos

Rotor: Bobinado

Tipo de Excitación: sin escobillas, con generador auxiliar y puente de diodos.

Velocidad nominal o de Sincronismo: 300 rpm

Velocidad con carga: 295 rpm

Velocidad de envalamiento: 804 rpm

Tiempo de envalamiento: 5 minutos

Lubricación en el lado del acoplamiento: Grasa, lubricación natural

Lubricación en el lado opuesto del acoplamiento: Aceite, lubricación natural

Clase de aislamiento estator y rotor: F

Clase de calentamiento: B

Altitud < 1000 msnm (metros sobre el nivel del mar)

Forma constructiva: IM-V1

Tª ambiente de entrada del aire: 40 °C

Grado de protección: IP-23

Construcción: Paralelo al eje de la turbina

Método de refrigeración: IC-21 Nivel de ruido :CEI 34.9

Nivel de vibraciones: CEI 34.14

Rendimiento del generador a una Temperatura de referencia de 95 grados:

cos α	Carga=25%	Carga=50%	Carga=75%	Carga=100%
0.9	88.7	92.31	93	92.91
1	89.45	93.25	94.13	94.24

Tabla 4. Rendimiento del generador a 95 °C

Numero de pares de polos:

$$n = \frac{f * 60}{n} = \frac{50 * 60}{300} = 10 \text{ pares de polos}$$



### 8.3.14 Grafica del Generador

Seguidamente se adjunta la grafica donde se determina la curva de capacidad de potencia activa y potencia reactiva de nuestro generador Síncrono LSA-710-K/20

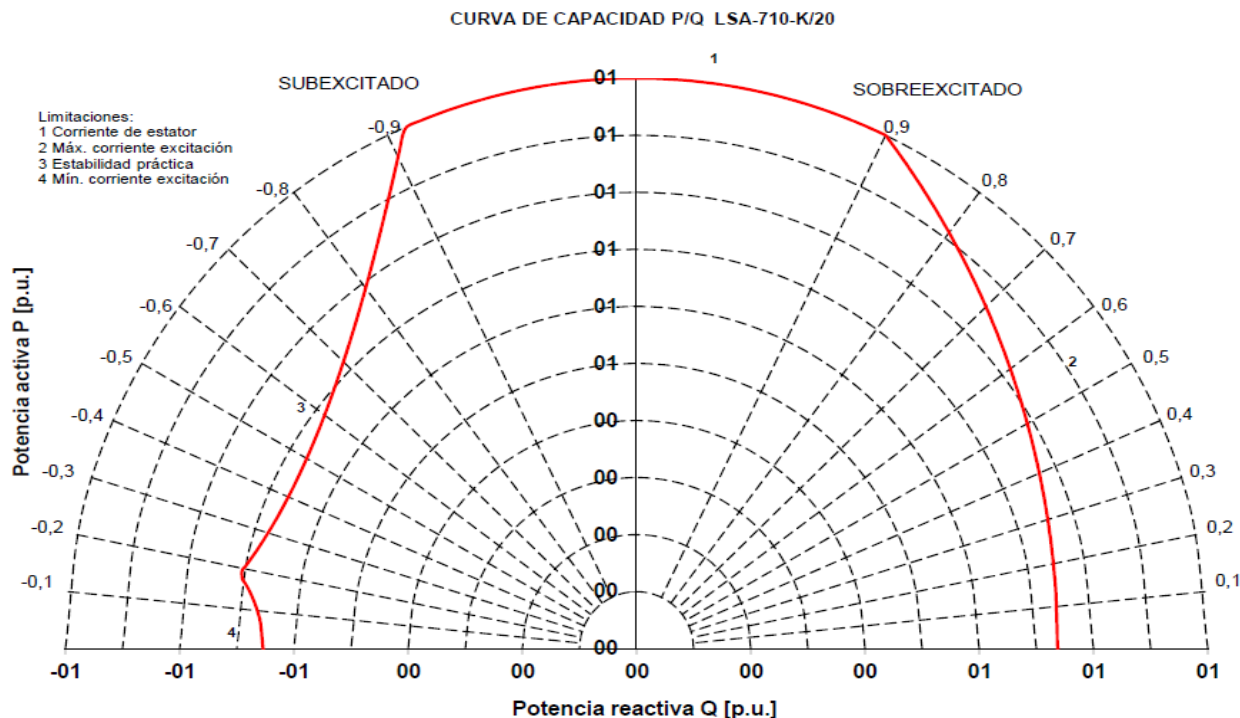


Figura 21. Grafica del Generador

La grafica de la curva de capacidad de potencia activa y potencia reactiva de nuestro generador Síncrono LSA-710-K/20 a sido facilitado por el fabricante de la maquina, Indar. En la grafica se puede percibir como varia la relación de potencia activa y reactiva en función del  $\cos\alpha$ , es decir, el desfase existente entre la tensión y la corriente. A su vez se puede percibir para el caso en el que la maquina se encuentre subexcitado (1) o sobreexcitado (2), es decir, cuando la maquina trabaja capacitiva (1) o Inductivamente (2). Por último cabe destacar, que cuanto peor sea el  $\cos\alpha$ , menor es la cantidad de potencia activa que generamos y a su vez mayor es la potencia reactiva que generamos.

### **8.3.15 Excitación del generador**

La excitación de nuestra maquina Síncrona es una excitación rotativa sin escobilla y con puente de diodos, la excitación se realiza de la siguiente manera:

La energía para la excitación de la excitatriz principal se toma desde la red, concretamente desde los servicios auxiliares de la central. Dichos servicios auxiliares serán contratados a Iberdrola, como si fuera el consumo de una empresa cualquiera. Por ello siempre dispondremos de la energía necesaria para alimentar los elementos de la instalación así como la excitación de la maquina Síncrona. La potencia de las energías auxiliares se ha fijado en 50 Kw

Después de obtener la energía de la red mediante unos tiristores o unos IGBTs se realizaran la rectificación de dicha tensión. De este modo se realizara la alimentación de la excitatriz. El rotor de la excitatriz y del generador Síncrono estarán montados en el mismo eje. Por ello después de que la excitatriz genere el AC, hacemos pasar dicha tensión por un puente de diodos, que lo que hace es convertirlo en continua. Por último se alimenta el generador Síncrono.

Por ello para concluir podemos determinar que el generador Síncrono tiene los dos componentes necesarios para el arranque:

- 1-La corriente de excitación necesaria para generar el campo magnético del rotor en el entrehierro.
- 2-El giro proporcionado por la turbina, que a su vez a este se lo proporciona el agua.

#### **8.3.15.1 Ventajas y Desventajas de la Excitación rotativa sin Escobillas**

##### **Ventajas**

- 1-La potencia del Rectificador es entre 20 y 50 veces menor que en estática directa
- 2-No hacen falta escobilla, no ahorramos el desgaste y las pérdidas de efecto joule en las escobillas.

##### **Desventajas**

- 1-Existen perdidas de efecto joule en el devanado del Rotor
- 2-Hacen falta 2 puentes de rectificación

#### 8.3.15.2 Cálculo del valor de la corriente de excitación

Realizando unos cálculos para determinar el valor de la corriente de excitación tenemos la siguiente relación:

Entre 2 y 3.5 Kw por cada MVA

Como nuestra maquina posee 600 MVA tenemos que:

Para el caso más favorable, es decir, 2 Kw por cada MVA tenemos una excitación de:

2 Kw  $\longrightarrow$  1 MVA

$$X_{Kw} \longrightarrow 0.6 \text{ MVA}$$

X= 1.2 Kw es la excitación necesaria para excitar los bobinados del rotor de nuestra maquina Síncrona.

Para el caso más desfavorable, es decir, 3.5 Kw por cada MVA tenemos una excitación de:

$$2 \text{ Kw} \longrightarrow 1 \text{ MVA}$$
$$X_{Kw} \longrightarrow 0.6 \text{ MVA}$$

X= 2.1 Kw es la excitación necesaria para excitar los bobinados del rotor de nuestra maquina Síncrona.

El esquema de la excitación sería el siguiente:

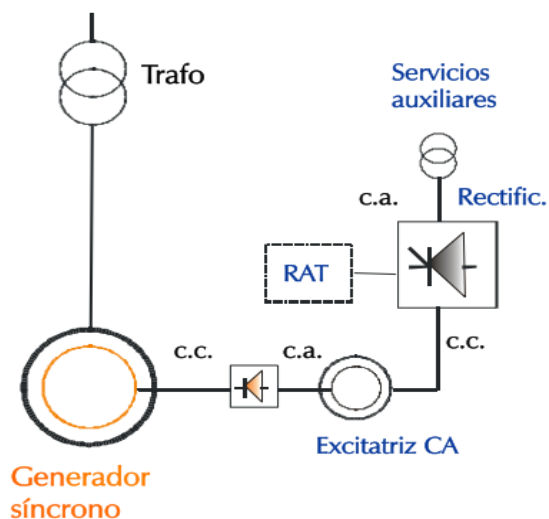


Figura 22. Esquema de excitación

### **8.3.16 Límites de funcionamiento de la maquina Síncrona**

La maquina Síncrona en su funcionamiento se queda limita por los siguientes factores:

-Límite Térmico generada por una corriente de excitación máxima a su paso por los bobinados de rotor, por esta misma razón la tensión de vacío también quedara limitada.

-Límite Térmico generada por el paso de la corriente por los bobinados de estator, limitando así las potencias de la maquina.

-Límite mecánico de giro de la maquina motriz, así esta máquina quedara limitada en máxima potencia activa.

-Límite impuesto por un criterio de estabilidad estático. Por razones de seguridad el ángulo de carga se suele limitar en 80 grados, ya que si se superaran los 90 grados la maquina saldría de sincronismo, es decir, el campo magnético de rotor y el giro físico del rotor no serian el mismo, entonces el rotor de la maquina síncrona tendería a embalsarse y se rompería la maquina síncrona.

### **8.3.17 Otras componentes Mecánicas**

- Compuertas tipo vagón
- Rejilla de gruesos
- Rejilla de finos
- Bombas de baldeo del canal de la rejilla de finos
- Bombas de achique en la sala de maquinas

## **8.4 Componentes Eléctricos**

### **8.4.1 Elemento Auxiliares de la minicentral hidráulica**

- Motor del grupo oleo hidráulico de la compuerta tipo vagón de inicio de canal: 3Kw
- Actuadores desde central Oleo hidraulico
- Piston del limpia rejas de la rejilla de finos
- Bomba de baldeo en el canal del limpia rejas: 3 Kw

- Piston del grupo oleo hidráulico de las compuertas tipo vagón de la cámara de carga:
- Bomba Hidráulica de central oleo hidráulica: 5.5 Kw (Uno de reserva)
- Bomba de achique en la sala de maquinas: 3 Kw
- Piston del grupo oleo hidráulico de la compuerta tipo vagón de canal de restitución
- Iluminación: 4.3 Kw
- Bases de enchufe: 5 Kw
- Excitación de la maquina Síncrona: 2.5 Kw

Las potencias de los elementos auxiliares han sido fijados en 50 Kw, una potencia menor hubiese sido suficiente, pero se ha requerido una potencia un poco más alta de lo necesario ofreciendo así la posibilidad de aumentar la potencia de los elementos ya existentes o la posibilidad de instalar nuevos elementos. A su vez esta potencia será permanente en la instalación independientemente de si estamos generando potencia con nuestro generador. Desde el punto de consumidor de Iberdrola esos 50 Kw serán suministrados a la central como si fuéramos un consumidor más, con una tensión de 400 voltios en trifasica.

#### **8.4.2 Calculo de las secciones de los cables de los elementos auxiliares**

##### *8.4.2.1 Pistones del grupo oleo hidráulico de la compuerta tipo vagón de inicio de canal*

*Por criterio de Caída de Tensión*

Potencia del motor: 3 Kw

Tensión de alimentación: 400 v

Caída de tensión máxima permita por el reglamento de baja tensión: 5%

Cos  $\alpha$ : 0.9

Distancia: 550 m

Para la alimentación del motor se pondrán 5 o 6 postes de madera convencionales a razón de 100 metros cada poste.

$\rho$  = Resistividad del cobre = 56.2

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \alpha} = \frac{3000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 4.81 \text{ A}$$

400v —————> 100%

x —————> 5%

x= 20 Voltios

Caída de Tensión

$$S = \frac{I \cdot L \cdot \cos \alpha \cdot \sqrt{3}}{\Delta V \cdot \rho} = \frac{4.81 \cdot 550 \cdot 0.9 \cdot \sqrt{3}}{20 \cdot 56.2} = 3.66 \text{ mm}^2$$

3.66mm<sup>2</sup>, normalizando, el cables seleccionado es de: 4 mm<sup>2</sup>

*Por criterio Térmico*

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \alpha} = \frac{5000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 4.81 \text{ A}$$

Cable que soporta 4.81 amperios: 4 mm<sup>2</sup>

En definitiva los cables necesarios para la alimentación del Motor del grupo oleo hidráulico de la compuerta tipo vagón de inicio de canal es de 4 x 4 mm<sup>2</sup>.

#### 8.4.2.2 Motor del limpia rejillas de la rejilla de finos

Por criterio de Caída de Tensión

Potencia del motor: 3 Kw

Tensión de alimentación: 400 v

Caída de tensión máxima permita por el reglamento de baja tensión: 5%

Cos α: 0.9

Distancia: 30 m

ρ = Resistividad del cobre = 56.2

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \alpha} = \frac{3000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 4.81 \text{ A}$$

400v —————> 100%

x —————> 5%

x= 20 Voltios

Caída de Tensión

$$S = \frac{I \cdot L \cdot \cos \alpha \cdot \sqrt{3}}{\Delta V \cdot \rho} = \frac{4.81 \cdot 30 \cdot 0.9 \cdot \sqrt{3}}{20 \cdot 56.2} = 0.21 \text{ mm}^2$$

0.21mm<sup>2</sup>, normalizando, el cable seleccionado es de: 4 mm<sup>2</sup>

Por criterio Térmico

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \alpha} = \frac{5000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 4.81 \text{ A}$$

Cable que soporta 8.01 amperios: 4mm<sup>2</sup>

En definitiva los cables necesarios para la alimentación del Motor del limpia rejás de la rejilla de finos es de 3 x 4 mm<sup>2</sup>.

#### 8.4.2.3 Bomba de baldeo

Como los datos de potencia y de distancia son iguales al del motor del limpia rejás tenemos que los cables utilizados son: 3 x 4mm<sup>2</sup>.

#### 8.4.2.4 Motor del grupo oleo hidráulico de la compuerta tipo vagón de cámara de carga

Por criterio de Caída de Tensión

Potencia del motor: 5 Kw

Tensión de alimentación: 400 v

Caída de tensión máxima permita por el reglamento de baja tensión: 5%

Cos α: 0.9

Distancia: 10m

ρ = Resistividad del cobre = 56.2

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \alpha} = \frac{3000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 4.81 \text{ A}$$

400v —————> 100%

x —————> 5%

x= 20 Voltios

Caída de Tensión

$$S = \frac{I \cdot L \cdot \cos \alpha \cdot \sqrt{3}}{\Delta V \cdot \rho} = \frac{4.81 \cdot 10 \cdot 0.9 \cdot \sqrt{3}}{20 \cdot 56.2} = 0.066 \text{ mm}^2$$

0.066mm<sup>2</sup>, normalizando, el cable seleccionado es de: 4 mm<sup>2</sup>

Por criterio Térmico

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \alpha} = \frac{5000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 4.81 \text{ A}$$

Cable que soporta 4.81 amperios: 4 mm<sup>2</sup>

En definitiva los cables necesarios para la alimentación del Motor del grupo oleo hidráulico de la compuerta tipo vagón de la cámara de carga es de 3 x 4 mm<sup>2</sup>.

#### 8.4.2.5 Motores del grupo oleo hidráulico de la compuerta tipo vagón canal de restitución

Para una distancia y potencia análoga para el conjunto de las compuertas tipo vagón de la cámara de restitución los cables utilizados para la alimentación también tienen la misma sección: 3 x 4mm<sup>2</sup>. En este caso consta de 2 motores por haber 2 compuertas tipo vagon.

#### 8.4.2.6 Bomba de Achique

Por criterio de Caída de Tensión

Potencia del motor: 5 Kw

Tensión de alimentación: 400 v

Caída de tensión máxima permita por el reglamento de baja tensión: 5%

Cos α: 0.9

Distancia: 20 m

ρ = Resistividad del cobre = 56.2

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \alpha} = \frac{3000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 4.81 \text{ A}$$



400v → 100%

x → 5%

x= 20 Voltios

Caída de Tensión:

$$S = \frac{I \cdot L \cdot \cos \alpha \cdot \sqrt{3}}{\Delta V \cdot \rho} = \frac{4.81 \cdot 20 \cdot 0.9 \cdot \sqrt{3}}{20 \cdot 56.2} = 0.133 \text{ mm}^2$$

0.133mm<sup>2</sup>, normalizando, el cable seleccionado es de: 4 mm<sup>2</sup>

Por criterio Térmico:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \alpha} = \frac{3000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 4.81 \text{ A}$$

Cable que soporta 4.81 amperios: 4 mm<sup>2</sup>

En definitiva los cables necesarios para la alimentación del Motor de la Bomba de Achique es de 3 x 4 mm<sup>2</sup>.

#### 8.4.2.7 Bomba Hidráulica de la Turbina

Por criterio de Caída de Tensión

Potencia del motor: 5.5 Kw

Tensión de alimentación: 400 v

Caída de tensión máxima permita por el reglamento de baja tensión: 5%

Cos α: 0.9

Distancia: 5 m

ρ = Resistividad del cobre = 56.2

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \alpha} = \frac{5500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 8.82 \text{ A}$$

400v  $\longrightarrow$  100%

x  $\longrightarrow$  5%

x= 20 Voltios

Caída de Tensión

$$S = \frac{I \cdot L \cdot \cos \alpha \cdot \sqrt{3}}{\Delta V \cdot \rho} = \frac{8.82 \cdot 5 \cdot 0.9 \cdot \sqrt{3}}{20 \cdot 56.2} = 0.06 \text{ mm}^2,$$

0.06mm<sup>2</sup>, normalizando, el cable seleccionado es de: 4 mm<sup>2</sup>

Por criterio Térmico

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \alpha} = \frac{3000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 8.82 \text{ A}$$

Cable que soporta 8.82 amperios: 4 mm<sup>2</sup>

En definitiva los cables necesarios para la alimentación del Motor de la Bomba de aceite de la turbina es de 3 x 4 mm<sup>2</sup>.

#### 8.4.2.8 Excitación Generador Síncrono

La excitación de la maquina Síncrona será alimentado con una parte de los 50 Kw requeridos a la empresa suministradora como suministro auxiliar pero permanente a la central. La potencia máxima necesaria será de 2.5 Kw para esta función.

#### 8.4.2.9 Iluminación

La iluminación de la sala de maquinas de la central hidráulica está constituida por 8 focos. Cada foco tiene una potencia de 0.4 Kw, con lo que se ha determinado que potencia más que suficiente para iluminar nuestra central de 15 x 10 metros de ancho por largo.

Potencia de los focos: 8 x 0.4 Kw = 3.2 Kw

Tensión de alimentación: 230 v

Caída de tensión máxima permita por el reglamento de baja tensión: 5%

Cos  $\alpha$ : 0.9

Distancia del cable necesario: 60 m

$\rho$  = Resistividad del cobre = 56.2

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \alpha} = \frac{3200}{\sqrt{3} \cdot 230 \cdot 0.9} = 8.92 A$$

230v  $\longrightarrow$  100%

x  $\longrightarrow$  5%

x= 11.5 Voltios

Caída de Tensión

$$S = \frac{I \cdot L \cdot \cos \alpha \cdot \sqrt{3}}{\Delta V \cdot \rho} = \frac{8.92 \cdot 13 \cdot 0.9 \cdot \sqrt{3}}{11.5 \cdot 56.2} = 0.279 \text{ mm}^2$$

0.279mm<sup>2</sup>, normalizando, el cable seleccionado es de: 4 mm<sup>2</sup>

Por criterio Térmico

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \alpha} = \frac{3200}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 8.92 A$$

Cable que soporta 8.92 amperios: 4 mm<sup>2</sup>, por reglamento de baja tensión es el cable mínimo a utilizar.

En definitiva los cables necesarios para la alimentación de la iluminación de la sala de maquinas es de 3 x 4 mm<sup>2</sup> + N.

La iluminación de la caseta del grupo oleo hidráulico de la compuerta tipo vagón del inicio de canal esta constituido por 4 conjuntos de fluorescentes de 2 fluorescentes cada uno. La potencia de cada fluorescente es de 58 w. La alimentación se realizara a 230 v, por ello el cable utilizado es de 3 x 1.5 mm<sup>2</sup> +N.

#### *8.4.2.10 Enchufes*

En la instalación los enchufes se distribuirán en 2 partes. Por un lado tendremos los enchufes de servicio de la caseta del grupo oleo hidráulico. En dicha caseta habrá 2 enchufes alimentados a 230 v y otros 2 enchufes alimentados a 400 v. La alimentación a la caseta se realizara de los servicios auxiliares a una tensión de 400 Voltios. Los cables utilizados para dicha alimentación serán de 5 x 6 mm<sup>2</sup> por cada enchufe. Los cables se han sobredimensionado un poco para soportar correctamente las sobre corrientes que pudieran demandar los elementos de gran potencia que pudieran conectarse a los enchufes como por ejemplo: Equipos de soldadura, equipos de corte...

#### *8.4.2.11 Línea de Alta Tensión*

La línea de alta tensión es la que interconectará nuestra minicentral hidroeléctrica con la red. El trazado aproximado que llevará esta línea se indica en el plano de situación que se adjunta, variando su trazado en función de donde dictamen los servicios técnicos de Iberdrola de cuál será el apoyo donde encontrara nuestra línea con la red eléctrica de distribución. La distancia de nuestra central es muy corta por ello la conexión se realizara a una línea de Iberdrola ya existente, dada su proximidad, no tendiendo que instalar ningún poste nuevo, por nuestra parte.

#### *8.4.2.12 Autómata Programable – PLC*

Al objeto de coordinar y controlar, disparos acoplamiento regulación del caudal de agua, calentamiento de rodamientos, etc., se instalará un autómata programable ó PLC, que será el encargado de vigilar toda la minicentral hidroeléctrica, y a través de el poder comunicarnos vía profibus, vía satélite con todo lo que suceda en la propia central desde donde se quiera, en caso de que la parada de esta sea por causa de una avería, ó por cualquier otro motivo.

## **9-Regulación y control de la Minicentral Hidráulica**

Los tipos de regulaciones existentes para las turbinas de reacción se clasifican en 2 grupos:

1-Regulacion Directa

2-Regulacion Indirecta

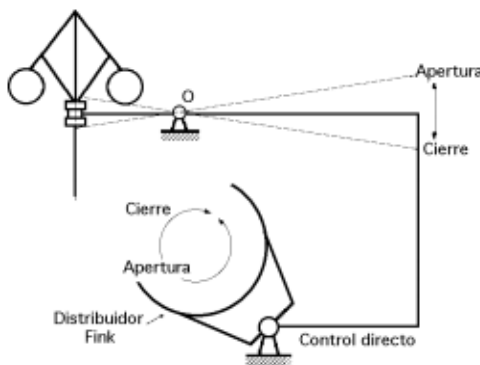
### **9.1 Regulación Directa**

En la regulación directa, un regulador centrífugo responde a las variaciones de velocidad de la turbina, acciona directamente el mando de regulación que abrirá o cerrará la sección de entrada. Si la carga disminuye en este caso la cantidad de agua es baja, el momento resistente disminuirá, y al acelerarse la turbina, los contrapesos del regulador tienden a separarse del eje de rotación y levantar el manguito; una palanca con punto de apoyo en 0 accionará un mecanismo de cierre que disminuirá el caudal. El par motor disminuye y se consigue el equilibrio dinámico a unas rpm superiores a las anteriores; cada posición del mecanismo de cierre se corresponde con otra de los contrapesos, lo que implica una velocidad predeterminada.

Este control, no se puede aplicar a la regulación de turbinas hidráulicas, por las siguientes razones:

- Ocasiona grandes variaciones de velocidad, y una serie de irregularidades relativamente grandes.
- Como la fuerza necesaria para regular una turbina hidráulica es grande resulta que este mecanismo no puede proporcionar una respuesta a las variaciones de velocidad lo suficientemente poderosa.

En la siguiente imagen se puede percibir una regulación directa, no aconsejable para la regulación hidráulica:



*Figura 23. Regulación directa*

## **9.2 Regulación Indirecta**

La regulación Indirecta, es un tipo de regulación que si se aplica en el control de las centrales hidráulicas. Este tipo de regulación está constituido por 3 partes, principales:

- Un elemento sensible a la velocidad
- Una válvula de control
- Un servomotor

### **9.2.1 Elemento Sensible a la Velocidad**

Está constituido por la misma parte de sensible a la velocidad que posee la de la regulación directa.

### **9.2.2 Válvula de Control**

Es accionado mediante una palanca que por el elemento sensible a la velocidad. Su misión es la de distribuir el aceite a presión y mandarlo al lado del servomotor. Esta válvula de control tiene un pistón doble efecto, haciendo así que el espacio entre pistones este siempre a presión. Cualquier fuerza que se ejerce por cualquiera de los 2 lados de la válvula genera que el pistón se mueva. La válvula de control está constituida por 1 entrada de aceite en el centro de la válvula y dos salidas en los extremos, además de ello llevan unos tubos para interconectarse con el servomotor.

### **9.2.3 Servomotor**

Las fuerzas hidráulicas controlan la posición de la varilla del distribuidor. En definitiva en movimiento de la varilla viene asociado a un cilindro en el que su diámetro interior está relacionado con la fuerza máxima que requiere el distribuidor. La velocidad a la que responderá el cilindro es proporcional a la cantidad de aceite. En cambio la presión dentro del cilindro suele ser bastante constante, rondando los 10 a 15 atm.

El principio de funcionamiento se realiza de la siguiente manera. Si la carga disminuye, la turbina se acelerara. Entonces el regulador de velocidad elevara sus contrapesos haciendo que la palanca vaya hacia arriba. Esta palanca accionara la válvula de control donde el aceite comenzara a entrar por el lado de cierre, cerrando el vástago y ajustando la rueda. El aceite del lado de la apertura que ha sido evacuada al meter más aceite en el lado de cierre del cilindro,

dicho aceite vuelve al depósito donde una bomba lo vuelve a mandar al circuito de control. Como consecuencia del cierre de la turbina, la turbina tiende a desacelerarse, con lo que los contrapesos del elemento sensible a la velocidad, el manguito y la válvula de control tenderán a volver a su posición inicial, cortando el flujo de aceite y obteniendo la nueva posición de equilibrio, para una apertura diferente de los alabes para unas mismas revoluciones en rpm.

En la imagen la regulación Indirecta:

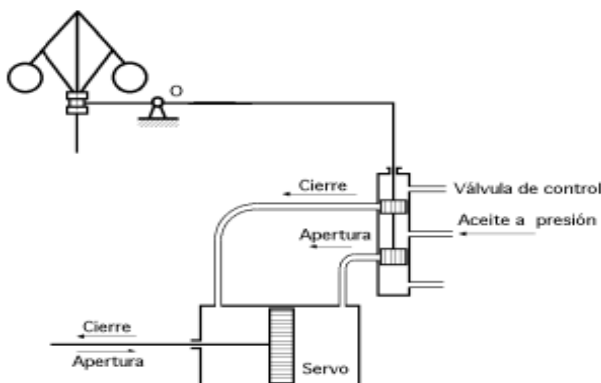


Figura 24. Regulación indirecta

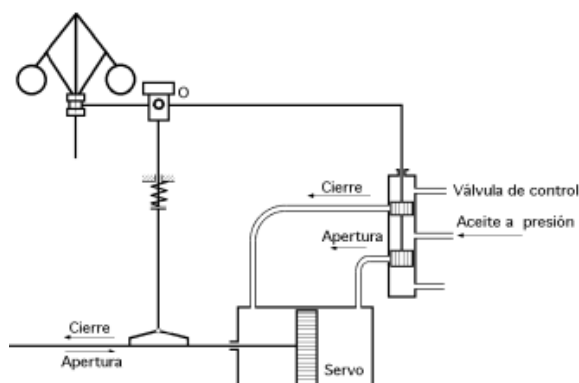
Otra posibilidad existente es que en el apoyo 0 de la palanca se pueda ajustar mediante una rueda, para mantener la velocidad en régimen. Lo que ocurre es que al variar constantemente las cargas, teniendo que generar la apertura o cierre de las válvulas según la carga, apenas no encontramos en un breve periodo en régimen permanente, por lo que el periodo de acción de esta rueda es insignificante, en la práctica no da resultados satisfactorios.

Con el objetivo de prevenir el sobre control excesivo en la apertura o cierre de la turbina, se puede utilizar un mecanismo de control de retorno, siendo este la cuarta parte fundamental del control de las turbinas. Es simplemente que cuando el vástago del servo se mueva accione una palanca que está conectada al punto 0 del regulador. Así por ejemplo cuando la carga disminuya de nuevo, la velocidad tendera a aumentar y el pistón de la válvula de control tendera a moverse hacia abajo. Cuando el servomotor se accione en su movimiento de cierre, el punto de apoyo o palanca que está unida al punto 0 del regulador y a la varilla del servomotor. Ahora el control realizado hasta el momento es suficiente con lo que el balanceo de apertura y cierre continuo se verá cortado con lo que proveerán fallos constantemente. De esta manera cada posición de equilibrio tendrá una posición de la válvula de control, el cual genera que el manguito de posiciones sufra la misma consecuencia. En definitiva la altura del punto de apoyo dependerá de la apertura de la turbina, que será proporcional a la carga de la turbina. Cuando la carga sea la

más baja posible, el punto de apoyo 0 estará lo más alto posible que corresponderá a una posición concreta de la válvula de control siguiendo el proceso definido hasta el momento.

Cabe destacar que no solo estos reguladores de inercia son sensibles a la velocidad sino a la aceleración y deceleración. Lo que interesa mayormente en este tipo de controles es eliminar las constantes oscilaciones que se puedan generar evitando errores y sobre esfuerzos.

Imagen del Regulador Indirecto con, con un mecanismo de control de retorno:



*Figura 25. Regulador Indirecto con control retorno*

En la regulación de nuestra central hidráulica, la regulación de velocidad es uno de los aspectos más importantes que hay que tener en cuenta. Se pretende que la velocidad de nuestra turbina se mantenga lo más constante posible en el tiempo, y no solo eso, sino que cuando haya variaciones u oscilaciones la vuelta a la velocidad de referencia sea lo más rápida y menos problemática posible. Hay que tener en cuenta que en nuestra maquina Síncrona la frecuencia de la tensión viene impuesta por la red es de 50 Hz, por ello, teniendo en cuenta que la relación es la siguiente:

$$P = \frac{2 \times \pi \times 50}{2 \times \pi \times \frac{\text{velocidad en rpm}}{60}}$$

De esta fórmula podemos deducir que para un numero de polos ya fijados en la maquina Síncrona y que no podemos variar, y para una frecuencia fijada por la red, la única variable que podemos controlar mediante nuestra regulación y además ha de ser lo más constante posible es la velocidad. Por ello para un eficaz control o regulación de la velocidad hay que actuar sobre los órganos de admisión de agua a la central. En nuestro caso dicho control se realiza por un lado por determinar si el caudal de agua mínimo turbinable, en nuestro caso de 3.2 m<sup>3</sup>/s, llega a la central respetando siempre el caudal ecológico de 0.9 m<sup>3</sup>/s. En el caso contrario, cuando a la central llega una avenida, tenemos diseñado una escotadura para avenidas en la cámara de carga, que lo que hace es enviar al canal lateral de la turbina el exceso de agua evitando que llegue a la



central. Por otro lado, y además valido para cuando tengamos los dos extremos de caudal, es el de la regulación de las compuertas de admisión, concretamente la compuerta tipo vagón del inicio del canal y la compuerta tipo vagón de la cámara de carga serán cerrados o abiertos según nos interese en ese momento.

En la regulación de la velocidad entre los aspectos más importantes existentes hay que definir los siguientes parámetros:

#### ***9.2.4 Velocidad de Embalamiento o de Fuga***

Es la velocidad alcanzada por el grupo turbina y generador después de quedarse sin carga, es decir, cuando se queden sin oposición de giro en el eje que ambos comparten. Si por alguna anomalía el mecanismo de seguridad de parada fallara o si no es lo suficientemente alto soportaría hasta velocidades que oscilan entre el 150% y el 350 % del nominal.

Velocidad nominal= 300 rpm

Velocidad 350% nominal=1050 rpm

Velocidad 150% del nominal= 450 rpm

Nuestra turbina y maquina Síncrona por datos del fabricante sabemos que soporta una velocidad de embalamiento de 804 rpm, es decir, una velocidad bastante alta con lo que estamos bastante bien protegidos ante un embalamiento del conjunto turbina generador.

Sobre velocidad: Es la velocidad que puede llegar a alcanzar la turbina en condiciones de rechazo de la carga. Cuando el mecanismo de cierre actué deberá alcanzar la velocidad nominal de 300 rpm.

Si el sistema de de cierre es un poco lento, podemos llegar a una velocidad que oscila la velocidad de embalamiento.

### **9.3PUESTA EN MARCHA Y REGULACIÓN DEL GRUPO TURBINA-GENERADOR**

#### ***9.3.1 Condiciones de arranque de la Central***

Del estudio del recurso hidrológico que se adjunta en este proyecto, se deduce que la Central Hidráulica debe permanecer parada en los meses de estiaje de Junio a Septiembre ambos incluidos. Por lo tanto, el arranque del grupo debe programarse para finales de Septiembre excepto que Septiembre fuera lluvioso, lo que adelantaría su arranque.

### *9.3.1.1 Procedimiento de arranque*

Verificación previa de todos los componentes de la central. Por parada de 4 meses en el periodo de estiaje, todos los elementos consumidores han estado desconectados de corriente desde sus respectivos mandos manuales P-M (parada-marcha). Todos los motores disponen en el panel de control sus respectivos selectores de posición M-A (Manual Automático). Para operación manual:

- Colocación de todos los selectores en posición M (Manual)
- Se coloca todos los selectores en posición (M-P Marcha/Paro) en posición M marcha
- Se conectan eléctricamente todos los elementos eléctricos de la central
- Grupos oleo-hidráulico
- Bombas, etc.

El Centro de Control de Motores (en lo sucesivo CCM) está operativo y con su PLC en operación y por el selectivo (operación Manual) responden como tal. (Maniobra en manual o prueba, que significa presencia de operador).

### *9.3.1.2 Grupos oleo-hidráulicos*

Tan pronto se conecta la corriente, la resistencia de caldeo, controlada por termostato, comenzará a calentar el aceite hasta alcanzar los 50°C. El termostato conectará y desconectará dicho termostato a 46°C/54°C, zona en la que debe situarse la temperatura del aceite del tanque.

Una vez atemperado el aceite probaremos el buen funcionamiento de los componentes de la Central Hidraulica. La compuerta de cabeza del canal estará cerrada de momento. Se verificará el correcto funcionamiento de las compuertas de:

- Cámara de turbina
- Tubería de aspiración
- Pistones de limpia rejillas y carrera de limpia rejillas
- Se verifica el perfecto funcionamiento de las 2 bombas de achique y baldeo
- Se verifican los límites de carrera de los pistones oleo-hidráulicos.

### *9.3.1.3 Central oleo-hidráulica*

- Se verifica que el nivel de llenado de aceite es correcto
- Se toma una muestra de aceite con una semana de antelación y se verifica su estado por análisis químico (composición)
- Turbidez o presencia de componentes extraños
- Grado de humedad
- Propiedades lubricantes, viscosidad a 40°C

Si el estudio del aceite es correcto, se rellena de aceite hasta su nivel medio de trabajo o algo más. Si la muestra analizada presenta dudas, se aconseja vaciado, limpieza de tanque y pistones y llenado con nuevo aceite.

### *9.3.1.4 Verificado del grupo oleo-hidráulico*

1-Se arranca una de las bombas sumergidas del grupo, se verifica la presión de descarga, intensidad, además del sonido y ausencia de vibración.

2-Se procede igual con la 2ª bomba.

### *9.3.1.5 Presurización de vejiga*

Manteniendo desexcitadas las válvulas de 4 vías de accionamiento de álabes de turbina y de pistones de actuadores, se arranca una de las bombas presurizando la vejiga o depósito pulmón a 100 bar.

1-Se verifica que los presostatos de aceite colector actúan correctamente:

por mínima produciendo alarma de baja presión en vejiga por debajo de 60 bar

de alta presión parando la bomba de aceite a  $p \geq 100$  bar

2-Se verifica el correcto funcionamiento de la válvula reguladora de presión de aceite y alivio a tanque tarado a 100 bar. Se verifica que el estado de colmatación del filtro de aceite sea bajo, se recomienda el cambio de filtro al inicio de campaña.

3-Se verifica que el interruptor de alarma de nivel de aceite opera correctamente y no da alarma una vez superado el mínimo que se ve visualmente por el visor continuo del tanque.

4-Se procede a actuar individualmente las válvulas de 4 vías de los pistones de compuertas.

5-Por último, actuaremos sobre el pistón de álabes de turbina, verificando su funcionamiento apertura Y cierre, a través de los contactos fin de carrera mínimo y máximo apertura, verificando su actuación.

#### *9.3.1.6 Grupo oleo hidráulico de pie de canal*

- Verificación de existencia de corriente en la caseta.
- Se conecta la resistencia de caldeo controlado por termostato siguiendo el mismo procedimiento que en el grupo oleo hidráulico de la Central hidráulica.
- Se ha verificado el estado y propiedades del aceite previamente
- Se verifica el nivel de aceite y estado del filtro (cambio de filtro) recomendable
- Se arranca la bomba de aceite motorizada accionando previamente la válvula de 4 vías del pistón de compuerta
- Se acciona el pistón varias veces arriba/abajo verificando los fines de carrera mín./máx.
- Se verifica que la presión de bomba es la correcta.
- Se verifica a bomba motorizada parada, el funcionamiento del pistón a través de la bomba manual igualmente.
- Una vez verificado lo anterior abrimos el paso de agua a través del canal dejando la válvula vagón plenamente abierta.

#### *9.3.1.7 Cámara de carga*

Previo al llenado se ha verificado el estado de la rejilla (limpia) y funcionamiento de los rastrillos.

Se ha procedido al llenado de la misma, la válvula de compuerta de cámara de turbina permanece cerrada.

Se verifican tanto los dos transmisores de nivel (4-20 mA) anterior y posterior a rejilla de finos así como los interruptores de nivel que han señalado el nivel mínimo y después el máximo al llenarse la cámara de carga e incluso se produce rebose a través de la escotadura, al no haber paso de agua a través de la turbina.

#### *9.3.1.8 Verificaciones de equipos y cuadros eléctricos*

- Generador
- Celdas de A.T.
- Transformador y protecciones
- C.C.M (Centro de Control de motores) y PLC
- Se verifica que no existen alarmas en el generador a través de los sensores de temperatura de cojinetes, derivando a otro dispositivo de control.
- Verificación de estado listo para operación de cada una de las celdas de alta tensión, sus protecciones y transmisores, verificación de estado (listo para operación del grupo transformador y sus protecciones).

#### *9.3.1.9 Centro de control de motores y PLC de B.T.*

El cuadro conectado a la línea de B.T. de Iberdrola no presenta ninguna señal de anomalía en su panel mímico frontal.

El PLC S.7. Siemens no muestra en pantalla anomalía o mal función de ninguno de los controladores/transmisores de los que se alimenta. Está en estado “listo para operación”.

### **9.4 Arranque de la Central – Arranque del grupo turbina-generador**

- Se procede a abrir hasta un 10% la compuerta de tubería de aspiración
- Estando los álabes del rodete en posición cerrado, se inicia la apertura suave y gradual de la compuerta de cámara de turbina. La turbina comenzará a girar lentamente. Se verifica que el transmisor de velocidad de giro opera sin problemas.
- Se procede a incrementar gradualmente la apertura de compuerta, hasta una altura del 50% de compuesto de carga y se incrementa la apertura de las palas de la turbina hasta un

50% dejándola en esta posición fija, se verifica el comportamiento de los niveles en cámara de carga, habrá descendido ya que se ha circulado el agua almacenada.

- En este estudio, se procede a la apertura plena de la compuerta y se verifica a velocidad de giro de la turbina a diferentes ángulos de palas de turbina

El nivel del agua en la cámara de carga se ha establecido conforme al caudal disponible

Aproximación de la turbina a los parámetros de sincronismo. La información del nivel de agua a cámara de carga, nos indica de algún modo el caudal turbinable disponible que se posee, por lo que iremos de menos a más regulando y almacenando gradualmente las aletas de la turbina.

- Se verifica que la velocidad de giro de la turbina se aproxima al equivalente a 49 Hz – 51 Hz
- Se verifica que la tensión de generador es próxima a los 3 KV.

En estas condiciones se procede al paso de todos los conmutadores a posición de Automático.

Todas las protecciones del grupo, los reguladores de sincronismo, reguladores de tensión, regulación de excitación, reguladores de intensidad, etc. a través del PLC, están totalmente operativos y comienza su función reguladora; para ello se dispone tres controles esenciales que de forma automática controlan las siguientes funciones:

- Relé Multifunción de generador 5R-489, conectado a los TTR/TTS/TTT. VCM-24 de 3 KV/110V y transmisores de tensión y de intensidad TIR, TIS, TIT, ACH36 DE RANGO 500/5-5A que miden la tensión e intensidad de generación así como la velocidad de rotación de sincronismo. Este relé multifunción SR-489 tiene también las funciones de ajustarse a los generadores síncronos como:
  - Sobreexcitación
  - Pérdida de campo
  - Energización accidental del generador,
  - Medida de sobreintensidad.
- Otras funciones de Protección y control:
- Diferencial

- Control de la conexión a tierra del estator
- Sobreintensidad direccional a tierra
- Sobreintensidad
- Sobreintensidad de frenado por tensión
- Sobreexcitación V/Hz
- Mínimos/Máximos frecuencia
- Sobretemperatura del estator
- Sobretemperatura de cojinetes
- Vibración
- Energización accidental del generador
- Detección del fallo del interruptor
- Sobrevelocidad
- Detección del fallo del fusible
- Supervisión de bobina de disparo
- Sobrevelocidad. Se monitoriza montando una sonda de proximidad inductiva máxima a la rueda dentada de la turbina emitiendo una señal de 24V.

#### **9.4.1 Regulador Wood Ward SPM-010**

Su función es la de regulación en automático de:

- Velocidad de turbina
- Regulación automática de tensión de generación.

En el diagrama anexo (esquemas eléctricos y memoria técnica del regulador) se muestra como el regulador de velocidad de sincronismo-voltaje de generación opera cuando se cumple que ambos parámetros se aproxima a los límites de generación en frecuencia y voltaje. En ese momento emite la señal de acoplamiento del interruptor automático motorizado situado en celda 2 SF1-36 a través del cual la instalación está en generación y conectado a la red. A partir de este

momento ejerce junto con el relé multifunción SR-489 la función de mantener el grupo turbogenerador en los límites exigidos por Iberdrola de sincronismo (Hz) y tensión de generación o de red.

#### ***9.4.2 Control del $\cos \phi$ o control de la corriente de excitación para un $\cos \phi$ próximo a 1 como requisito de RED***

Para el control de excitación se incorporan al cuadro de control dos elementos fundamentales como son:

- Monitor de excitación de diodos EDM200 de BASLER
- DECS-100 controlador digital del sistema de excitación

Para mostrar su conexión y función se adjunta plano 4 y 5 de los Esquemas Eléctricos de Mando así como la descripción técnica anexa de sincronización, acoplamiento y regulación. La conjunción de ambos aparatos regula y optimiza el  $\cos \phi$  próximo en todo momento controlando a corriente de excitación.

El PLC de control de la central y los reguladores mencionados se encargan de actuar sobre la apertura de las palas de turbina en función del nivel en cámara de carga. A partir de este momento, la generación está en:

- Sincronismo
- Genera a tensión de red
- Mantiene el  $\cos \phi$  en máximo y de forma automática.

#### ***9.4.3 Acciones en caso de anomalía, malfunción, alarma o bajo caudal o nivel de agua***

Las típicas Anomalías que se pueden presentar en toda Central Hidraulica son, entre otras:

- Fallo de tensión a red de 20 Kv (posible operación en ISLA)
- Alarma de temperatura alta en cojinetes de generador o turbina
- Alarma de temperatura en devanado del generador
- Vibraciones anormales en turbina o generador



- Embalamiento de turbina por encima de 800 rpm no habiendo sido posible corregir previamente
- Situaciones de sobreintensidad o sobretensión no controladas previamente
- Fallos y/o alarmas en los elementos auxiliares relacionados:
  - Sistemas oleo-hidráulicos
  - Alarmas de presión, nivel
  - Actuadores de pistones
  - Transmisores de nivel de cámara de agua
  - Anomalías en los transmisores de:
    - Tensión
    - Intensidad
    - Corriente de excitación
  - Medición de Energía generada y transferida a RED
  - Vibraciones en grupo turbogenerador
  - Otros directamente relacionados con el buen funcionamiento del grupo

Acciones en el caso de presencia de una sola de estas alarmas:

- 1-Cierre gradual y continuo de los álabes de la turbina
- 2-Desconexión automática de RED a través del interruptor automático motorizado 5F1-36
- 3-Cierre de la compuerta de alimentación a turbina
- 4-Se verifica a través del transmisor de velocidad de giro de la turbina su parada gradual debido a la inercia de ambos generador/turbina
- 5-Parada del grupo oleo-hidráulico de la C.H.
- 6-Reconocimiento presencial de la alarma causada

7-Rearme o restitución de la avería si esta es de rápida solución

8-Llamada a técnico-mecánico o eléctrico competente del proveedor si la avería es delicada

9-Resuelto esto se procede a la nueva puesta en marcha

Otros fallos o averías de componentes no relacionados con la seguridad directa de la central;

Ejemplo:

- Pistones de rejillas
- Bombas de achique
- Grúa,etc

Requieran acción presencial y revisión sin que tenga que ser necesaria la parada de la turbina.

- Desconexión de red a través del interruptor automático
- El grupo turbogenerador sin caudal de agua y aislado de red va reduciendo su velocidad hasta la parada total.
- Se paran las bombas de los grupo oleo-hidráulicos.

A continuación se analiza la alerta causante, se toman acciones correctoras y se procede al arranque, ya en automático, una vez subsanado el fallo origen.

## **10- Instalación Eléctrica**

### **10.1 Instalación en Baja Tensión**

La parte de baja tensión esta formada por:

Una acometida desde la red de Baja Tension de Iberdrola de 3 x 380/ 50 Hz existente en el vecindario de potencia solicitada de 50Kw. En realidad la potencia total de todos los consumidores de la central Hidraulica es inferior a 30 Kw siendo la simultaneidad de estos de 0.4 aproximadamente, por tanto se trata de un recurso no aconsejable utilizable desde nuestra generación por cuanto se involucran:

Transformador de 20Kv / 0.38Kv /50 Hz con sus protecciones y aparallajes. Transformador de 3000 V / 380 V, cuando esta potencia sera reutilizado desde nuestro generador de igual forma con toda su aparamenta por lo que se deduce, se tomado directamente desde la red de Baja Tension de Iberdrola.

#### ***10.1.1 Centro de Control de motores CCM y cuadro de regulación y control***

Este cuadro alimentado a 3 x 380/ 50Hz es el corazón de la central. Esta dividido en una celda de entrada de potencia con un interruptor/ Seccionadores automaticos, diferencial, Fusible de protección y embarrado.

El modulo anexo alberga todos los rele y conductores de accionamiento de los servicios de la Central Hidraulica como: Bombas de baldeo, bombas de achique, compuertas, central oleo-Hidraulica, pistones de la rejilla de finos, puente grua...

En las cabinas adyacentes se alojan todos los elementos de fuerza relacionados con el sistema de excitación del generador. Anexo en otra cabina se alojan los elementos de tensión, sincronismo y fase del generador.

Finalmente como corazón de la central la cabina que aloja al PLC-57 de Siemens, quien se encarga de controlar de forma automática la central asi como las funciones de medición y registro de la energía generada. A través del PLC y por medio de tarjetas conectadas via satélite, podemos trasmitir a modo de espejo el estado de funcionamiento de la Central Hidraulica, su estado de operación y sus estados de alarma, asi como su estado de generación. No se permite el rearme remoto via profibus o similar de fallos o alarmas serias relacionadas con la seguridad de la Central Hidraulica sino con presencia del tecnicp competente.

En la memoria anexa a los esquemas eléctricos se describe el funcionamiento de CCM.

## 10.2- Centro de transformación y medida

El transformador de la instalación eléctrica es un transformador de la marca Imefy, que se ubica en la Sala de Maquinas de nuestra centra. La Potencia Aparente de 1000 KVA. Nuestro transformador realiza la conversión de la tensión generada por nuestro generador Síncrono, pasando la tensión de 3Kv a 20Kv de la red. Por último decir que nuestro transformador está conectado en estrella en el lado del primario y en triangulo en el lado del secundario.

## 10.3- Instalación en Alta Tensión

Celdas de Alta Tensión:

Las celdas de Alta Tensión que contiene nuestra central hidráulica son los siguientes:

**Celda de Acometida:** Es un interruptor seccionador de 3 posiciones que permite el embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar la unión o poner a tierra, simultáneamente los 3 cables de media tensión.

**Celda de Protección:** Además de un interruptor como la celda de línea, incluye la protección con fusibles, pudiendo se realizar la asociación o combinación con el interruptor.

**Celda de Medida:** Es una celda pequeña que constituye un bloque pequeño, donde van alojados tanto transformadores de tensión como de corriente, cuya finalidad es la de medir.

**Celda de Sincronismo:** Son Sistemas que manejan grupos electrógenos, que permiten y a su vez controlan el funcionamiento de nuestra central en paralelo con la red.

**Celda de protección del Generador:** Permite realizar la protección de la línea de conexión del generador y las celdas y del propio generador. Evita el paso de corto circuitos tanto aguas arriba como aguas abajo.

**Celda de Medida del Generador:** Permite medir la variables eléctricas emitidas por el generador, exclusivamente esta celda está asociada al generador.

Todas las celdas están protegidas hasta una tensión de 24 Kv, aunque nuestra instalación llega hasta los 20Kv.

#### **10.4 Punto de conexion a la red**

El punto de entrega de la energia y por lo tanto de conexión con red, será la línea de media tension que Iberdrola tiene en termino municipal de Lakuntza. Dicha linea de 20KV discurre a lo largo del polígono industrial Agarte de Lakuntza hacia varias industrias mas junto al rio Arakil. En concreto, el punto de conexión a la linea de 20 KV estaría situada a 4 metros del emplazamiento de la Central Hidraulica.

#### **10.5 Puesta a Tierra**

La puesta a tierra de la central, irá conectada a las partes metálicas de las carcasas de los cuadros de control y maniobra, así como la carcasa del generador, esta puesta a tierra se efectuará con picas de acero cobrizado, de 2 metros de longitud que serán registrables por medio de arquetas, el conductor de unión entre la puesta a tierra y las mencionadas picas será de 50 mm<sup>2</sup> de sección de cobre desnudo. La resistencia de disipación de puesta a tierra tendrá un valor inferior a 10Ω.

También irán puestas a tierra las partes metálicas de alta tensión y carcasa de la cuba del transformador de potencia así como las carcasas de los interruptores automáticos de corte en carga. El circuito de puesta a tierra de la parte de alta tensión, se hara aparte, de los elementos que trabajen en baja tensión.

Según la instrucción ITC-BT-18 y ITC-BT-24 queda prohibido conectar en serie las masas y elementos metálicos, con lo que el circuito de puesta a tierra formará una línea continua. Siempre la conexión de las masas y elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuará por derivación de este.

Según la instrucción ITC-BT-18 el valor de la resistencia a tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 Voltios en locales o emplazamientos conductores.
- 50 Voltios en los demas casos.

Para cumplir con esta diferencia de potencial máxima y siguiendo con las Instrucciones del ITC-BT-18 fijamos la resistividad del terreno como 500Ω con lo que la longitud del electrodo a meter en tierra para obtener una resistencia es menor a 10Ω.

$$R = \frac{C}{L} = \frac{500}{10} = 50 \text{ m}$$

Siendo:

C= resistividad del terreno

R= resistencia que queremos conseguir

L = Longitud de la pica o del conductor.

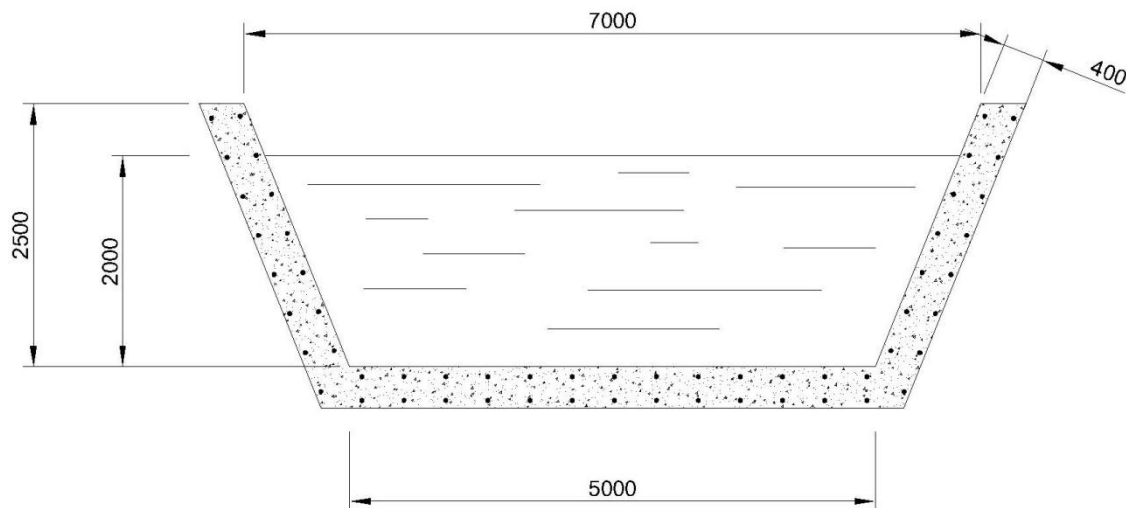
Para la puesta a tierra de la sala de maquinas de la Central Hidraulica instalaremos o distribuiríamos uniformemente 20 picas de 2,5 metros de longitud de acero cobrizado.

## **11-Obra Civil**

### **11.1 Canal de transporte de la Central Hidraulica**

Teniendo en cuenta los datos obtenidos en la sección hidráulica es de forma trapezoidal, cuya base mas pequeña es de 5 metros y la altura de la misma es de 2.5 metros.

El canal lleno a lámina de agua a 2.5 metros genera en sus vértices una presión de 0,3 bar. Como se puede ver en la siguiente imagen para poder soportar semejante esfuerzo el canal esta construido con una pared de hormigón de 40 cm que posteriormente se detalla en el presupuesto de la instalación.



*Figura 26. Canal de transporte*

La presa lateral sobre la pared inclinada es la siguiente:

$P_a = 0.3 \text{ Kg/cm}$  (situado en la parte izquierda del fondo de la base del canal)

$P_b = 0 \text{ Kg/cm}$  (situado en la lamina de agua del canal)

La presión media uniforme es de  $0.15 \text{ kg/Cm}$ .

Se puede determinar que esta presión actúa a 1 metro sobre la base.

$$M = F \times d = 0.15 \text{ kg/cm}^2 \times 10^4 \text{ cm}^2/\text{m}^2 = 0.15 \text{ kg/m}$$

$0.15 \text{ kg/m}$  es el momento flector.

Como se puede ver este momento flector es despreciable para este hormigón armado de 40 cm de grosor, máxime cuando el apoyo de dicho hormigón está sobre la zahorra compacta que previamente hemos instalado.

## 11.2 Correas de Fachada

El esfuerzo mas grande que soporta nuestra sala de maquinas es la del viento, dado este efecto se colocaran dichas correas horizontalmente.

Cargas:

1-Viento:  $q_z: 54.67 \times 1.7 = 92.93 \text{ kg x f /m}$

2-Peso Sandwich:  $q_Y: 15 \times 1.7 = 25.5 \text{ kg x f /m}$

3-Peso propio correa:  $q_y: 7.5 \text{ kg x f /m } 3.5^2$

Las cargas mayoradas seran:

$$q_z'': 1.5 \times 92.94 = 139.41 \text{ kg x f /m}$$

$$q_z'': 1.33 \times 825.5 + 7.5 = 43.87 \text{ kg x f /m}$$

$$M_y = \frac{3.5 \times 3.5 \times 43.87}{8} = 67.17 \text{ Kgf x m}$$

$$M_z = \frac{7 \times 7 \times 43.87}{8} = 853.88 \text{ Kgf x m}$$

IPN-180

$$\sigma = \frac{853.88 \times 100}{161} + \frac{67 \times 2}{15} = 539.29 \text{ Kg x f /cm}^2 < 2600 \text{ Kg x f /cm}^2$$

$$f = \frac{5}{384} \times \frac{139.41 \times 700^4}{100 \times 2.1 \times 10^6 \times 1450} = 1.43 \text{ cm} < 2.8 = \frac{L}{50} = \frac{5}{384} \times \frac{q \times L^4}{E \times I_z}$$

Resulta que:

-Nieve:  $60 \text{ kg/ mm}^2$

-Panel Sandwich:  $15 \text{ kg/ mm}^2$

-Peso Propio:  $10 \text{ kg/ mm}^2$

-Sobrecarga montaje:  $40 \text{ kg/ mm}^2$

La carga que sufre la correa sera de:

$$q = 125 \times 1.35 = 168.75 \text{ Kg/ m}$$

$$q'' = (25 \times 1.33 + 60 \times 1.5) 1.35 = 166.4 \text{ Kg/ m}$$

$$q_Y = 166.4 \times \sin(20) = 56.91 \text{ kg/ m}$$

$$q_z = 166.4 \times \cos(20) = 156.4 \text{ kg/ m}$$

El momento flector maximo se producira en el punto medio de la correa:



Se coge el perfil IPN 140:

$$M_{zz} = \frac{q \times L^2}{8} = \frac{156.4 \times 7^2}{8} = 957.95 \text{ kg x m}$$

$$M_{yy} = \frac{q \times L^2}{8 \times 4} = \frac{56.4 \times 15^2}{8 \times 4} = 400.14 \text{ kg x m}$$

Comprobacion de la tensio:

$$\sigma = \frac{M_{zz}}{W_{zz}} + \frac{M_{yy}}{W_{yy}} = \frac{957}{54.7} + \frac{40}{7.41} = 2289 \text{ Kg /cm}^2 < 2600 \text{ Kg x f /cm}^2$$

La flecha maxima utilizando el perfil IPN 140:

$$f = \frac{5}{384} \times \frac{q \times L^4}{E \times I_z} = \frac{5}{384} \times \frac{114.75 \times 7^4}{2.6 \times 10^6 \times 328 \times 100} = 1.8 \text{ cm} < 2.8 = \frac{L}{250}$$

Los datos de partida son:

Luz de la Nave: 10 m

Longitud de la Nave: 14.6 m

Modulacion entre pilares: 7.3 m

Altura libre maxima: 10m

Altura libre minimo: 9.5m

Las cargas que actuan sobre la estructura son las especificas en la norma NBE-AE 98

Las acciones grabitatorias son las siguientes:

Panel Sandwich: 150 N/ m<sup>2</sup>

Correas de Cubierta: 100 N/ m<sup>2</sup>

Peso propio de vigas carril: 2335 N (IPN 240, según catolo puente grua)

Sobrecarga de nieve: 600 N/ m<sup>2</sup>

Sobrecarga de Viento:

Se establece según la norma NBE EA – 88

Carga total del viento: q = 820 N/ m<sup>2</sup>

Cubierta = Barlovento: m = 0 N/ m<sup>2</sup>

Sotavento: m = -310 N/ m<sup>2</sup>

Fachadas = Barlovento: p = q x 2/3 = 546.7 N/ m<sup>2</sup>

Sotavento: S = q x 1/3 = 273 N/ m<sup>2</sup>

### 11.3 Calculo de las Correas de Cubierta

Luz: 10 m

Separacion entre correas: 1.5 m

$$P_m = \varphi \times g \times h = 1000 \times 9.81 \times 3 = 29.430 \text{ N/m}^2$$

$$F = P_m \times A = 29.430 \times 15 = 441450 \text{ N}$$

$$q'' = F \times \frac{0.85}{5} = 73575 \text{ N/m}$$

$$\sigma = \frac{M_z \times y}{I_z} = \frac{M_z}{W_z}$$

$$M_z = \frac{29.413 \times 15}{8} = 55189,375 \text{ N/m}$$

$$W_z = \frac{M_z}{\sigma} = \frac{55181000}{2600 \times 9.81} = 216 \text{ Cm}^2$$

Como realmente toda la carga no la soporta este perfil, se pueden colocar uno de estos perfiles:

IPE-140

HEB-140

Todos los perfiles utilizados seran iguales.

Para ultimo, decir que el cierre se realizara con chapa de 0.5 cm de grosor.

### 12- Planos de la Instalación

Los planos Mecanicos de la intslacion se adjuntan en el Anexo 4

Los planos Electricos de la eintalacion se adjuntan en el Anexo 4

### 13- Impacto medio ambiental y normativas de observancia

Los impactos varían con la ubicación del aprovechamiento y con la solución tecnológica escogida. En cuanto a nuestra Central el impacto ecológico realizado es el mínimo. Por un lado la ley nos obliga a construir una escala de peces que tiene como misión permitir el paso de los peces desde la parte superior del azud y viceversa. Teniendo en cuenta la situación actual podemos percibir la imposibilidad de realizar dicho retorno a

la parte superior del azud por parte de los peces, por ello en este sentido la construcción de la central ofrece una gran ventaja para la los peces del Rio Araquil.

Por otro lado se ha respetado un caudal superior al ecológico, superior al concretado en la Ley Foral 16/1989 de 25 de Diciembre. Dicha ley establece que para nuestro caso el caudal ecológico a respetar es de 788 L/seg, en cambio la central hidroeléctrica de Lakuntza respeta 900 L/seg.

Una de las razones principales y que se abarcan en la sección del impacto ambiental, es la de la generación de energía por una fuente de energía eléctrica renovable. Las centrales Hidroelectricas no generan ninguna tipo perturbación en el cauce del rio y la energía producida no genera ningún tipo de residuo de emisión a la atmosfera ni de posterior tratamiento en ningún centro especializado.

No es menos importante hacer referencia al impacto paisajistico de la zona que rodea a la Central. En nuestro caso ya existe un viejo molino, con lo que el impacto que se generara con la construcción de la central es minimo. El trazado del canal y de la sala de maquinas va repercutir en el corte de 8 arboles tipo chopo, de rapida regeneración. Dichos arboles serán replantados en un lado del canal evitando que generen perturbaciones para la explotación en nuestra central, pero a su vez devolviendo a la naturaleza lo que le pertenece.

La toma de agua, el canal de transporte, la sala maquinas y todos los demás componentes de la central se integran perfectamente con en paisaje, limitandose la contaminación isajistica que pueden generar otros fuentes de energía renovables como puede ser la eólica.

## **14-Produccion eléctrica anual**

La producción eléctrica anual ha sido calculada de la siguiente manera:

<b>MES</b>	<b>Caudales medios diarios mensuales m<sup>3</sup>/h</b>	<b>Caudal ecológico m<sup>3</sup>/h</b>	<b>Caudal disponible m<sup>3</sup>/h</b>
<b>Octubre</b>	5,435	0,9	4,535
<b>Noviembre</b>	11,718	0,9	10,818
<b>Diciembre</b>	17,098	0,9	16,198
<b>Enero</b>	16,077	0,9	15,177
<b>Febrero</b>	13,981	0,9	13,081
<b>Marzo</b>	15,241	0,9	14,341
<b>Abril</b>	14,516	0,9	13,616
<b>Mayo</b>	8,243	0,9	7,343
<b>Junio</b>	3,521	0,9	2,621
<b>Julio</b>	1,061	0,9	0,161
<b>Agosto</b>	0,62	0,9	0
<b>Septiembre</b>	0,969	0,9	0,069

*Tabla 5. Producción eléctrica anual (1)*

MES	Caudal turbinable m3/h	Rendimiento turbina en función del caudal	Rendimiento de generador	Rendimiento de trafos
Octubre	4,535	0,84	0,96	0,98
Noviembre	10,5	0,901	0,96	0,98
Diciembre	10,5	0,901	0,96	0,98
Enero	10,5	0,901	0,96	0,98
Febrero	10,5	0,901	0,96	0,98
Marzo	10,5	0,901	0,96	0,98
Abril	10,5	0,901	0,96	0,98
Mayo	7,343	0,907	0,96	0,98
Junio	2,621	0	0,96	0,98
Julio	0	-	-	-
Agosto	0	-	-	-
Septiembre	0	-	-	-

Tabla 6. Producción eléctrica anual (2)

MES	Rendimiento global de la central	Potencia electrica Producida kWh	Energia producida kWh/mes
Octubre	0,790272	193,37	143866,12
Noviembre	0,8476608	480,22	345760,67
Diciembre	0,8476608	480,22	357286,03
Enero	0,8476608	480,22	357286,03
Febrero	0,8476608	480,22	322709,96
Marzo	0,8476608	480,22	357286,03
Abril	0,8476608	480,22	34576,07
Mayo	0,8533056	338,07	251525,93
Junio	0	0,00	0,00
Julio	-	-	
Agosto	-	-	
Septiembre	-	-	
Total anual generado			2170296,82

Tabla 7. Producción eléctrica anual (3)

MES	Precio generación €/kwh	Valor de generación mes en €
Octubre	0,08	11.509,29 €
Noviembre	0,08	27.660,85 €
Diciembre	0,08	28.582,88 €
Enero	0,08	28.582,88 €
Febrero	0,08	25.816,80 €
Marzo	0,08	28.582,88 €
Abril	0,08	2.766,09 €
Mayo	0,08	20.122,07 €
Junio	0,08	0,00 €
Julio	0,08	-
Agosto	0,08	-
Septiembre	0,08	-
<b>Total € generado anual</b>		<b>173.623,75 €</b>

*Tabla 8. Producción eléctrica anual (4)*

Se ha calculado que la producción media de en un año de caudales medios seria de 173.623,75 Euros.

## **15- Presupuesto de la construcción de la Minicentral Hidráulica**

El presupuesto de la Central Hidraulica está detallado en el anexo nº 5.

## **16-Estudio de viabilidad y retorno de inversión**

El estudio económico tiene como finalidad evaluar la viabilidad de un proyecto, considerando, si las hubiera, las diferentes posibilidades planteadas para averiguar cuál de ellas resulta más rentable.

Un proyecto de una central minihidroeléctrica requiere la realización de pagos a lo largo de su periodo de vida, estimado en 18 años típicamente. La concesión es de 58 años. Entre los pagos se encuentra la inversión inicial, que difiere en el tiempo gracias a la financiación externa, unas cantidades anuales fijas (seguros e impuestos que gravan los ingresos) y unas cantidades anuales variables (gastos de operación y mantenimiento).

Los ingresos de una central minihidroeléctrica proceden de la venta de energía generada.

A diferencia de las centrales, las hidroeléctricas requieren en general una inversión mayor. Por el contrario, los costes de explotación son menores, principalmente debido a que no requiere combustible para su funcionamiento.

### *Índice de potencia*

Se define el índice de potencia como el cociente entre la inversión inicial y la potencia instalada. Se emplea para comparar diferentes proyectos.

La potencia instalada de la central del proyecto es de 497kW y la inversión inicial, calculada en el presupuesto, es de 2.599.351,73 €. Con estos datos se obtiene el índice de potencia siguiente:

$$I.P.= 2599351.73/497Kw =5230.08€/Kw$$

### *Índice de energía*

Se calculará la energía que produce la central según medios utilizados. El caudal medio de cada mensual anual considerado se puede ver en la tabla.

MES	Caudal medio (m3/seg)
OCT	5,435
NOV	11,718
DIC	17,098
ENE	16,077
FEB	13,981
MAR	15,241
ABR	14,516
MAY	8,243
JUN	3,521
JUL	1,061
AGO	0,62
SEP	0,969

*Tabla 8. Caudal medio mensual*

La central sólo podrá funcionar durante los meses en los que el caudal supere el mínimo técnico, es decir, 3,2 m3/ s. Este caudal se supera durante ocho meses del año.

La tabla anterior muestra la energía que podría producir la central a lo largo del año medio, que será la considerada para llevar a cabo el estudio de viabilidad.

MES	Rendimiento	Energía (kWh)
OCT	0,790272	143866,12
NOV	0,8476608	345760,67
DIC	0,8476608	357286,03
ENE	0,8476608	357286,03
FEB	0,8476608	322709,96
MAR	0,8476608	357286,03
ABR	0,8476608	34576,07
MAY	0,8533056	251525,93
JUN	0	0,00
JUL	-	-
AGO	-	-
SEP	-	-
	<b>Total (kWh)</b>	<b>2170296,82</b>

Tabla 9. Energía producida por la central durante un año.

El precio €/kWh considerado es de 0.08€/kwh

Se define el índice de energía como el cociente entre la inversión inicial y la energía producida al año. Su valor es el siguiente:

$$E = 2599351.73 / 2170296 = 1,1977 \text{ €/kWh}$$

Análisis de la rentabilidad de la central

Introducción al análisis de rentabilidad

Para este estudio se van a considerar los siguientes aspectos:

**Inversión inicial:** La suma de los pagos por la adquisición de los distintos aparatos y la puesta en servicio de la central. El valor de la inversión inicial es de 2.599.351 €.

**Pagos:** Los realizados a lo largo del periodo de explotación por operación y mantenimiento.

**Vida útil del proyecto:** Se tomarán los primeros veinticinco años.

**Impuestos:** Se tomará un IVA del 18%.

**Índice de precios al consumo:** Se tomará un 3,6% de IPC.

Valor actual neto (VAN)

Se denomina VAN de una cantidad a percibir durante  $n$  años con una tasa de interés  $i$  a la cantidad que, en caso de tenerse hoy, generaría al cabo de los  $n$  años antes mencionados la cantidad  $A$ .

$$VAN = \frac{A}{(i+1)^n}$$

En este tipo de proyectos se desembolsa inicialmente el total de la inversión, teniendo posteriormente cargas monetarias que estarán compuestas de ingresos y gastos, generalmente variables. La expresión se transforma en la siguiente:

$$VAN = -I + \sum_{t=1}^n \frac{C_t - P_t}{(1+i)^t}$$

Donde:

$I$ : La inversión inicial.

$C_t$ : Los cobros del año.

$P_t$ : Son los gastos del año.

$i$  = La tasa de interés. Generalmente se toma entre un 4% y un 5%.

$n$ : El número de periodos, en este caso, 30.

El VAN debe ser positivo para poder aceptar una inversión, y entre dos proyectos, se tomará el que tenga un VAN más alto. Un VAN positivo implica que la diferencia entre los ingresos y los gastos más la inversión inicial toman un valor positivo.

### **Tasa interna de retorno (TIR)**

Tasa de interés que hace nulo el valor actual neto. En la expresión del VAN se tendría lo siguiente:

$$0 = -I + \sum_{t=1}^n \frac{C_t - P_t}{(1+TIR)^t}$$



El TIR se puede tomar como la tasa de interés que el proyecto es capaz de proporcionar. Entre dos proyectos, será más rentable el que presente un TIR más alto.

Estudio de viabilidad económica

**Ingresos**

Serán los producidos por la venta de energía eléctrica producida por la central.

Para llevar a cabo los cálculos se realizará el supuesto de que la central se acoge a la tarifa regulada, en la que, como se puede ver en la siguiente tabla de la memoria descriptiva del proyecto, los ingresos serían de 0.080613 €/kWh con un incremento de un 2.5% de acuerdo al IPC.

A partir de la energía producida durante el año medio de referencia se puede calcular qué ingresos va a producir la central al año:

$$\text{Ingresos año} = 2170.296 \times 0.080 \text{ €/kWh} = 173.633 \text{ €/año.}$$

Este valor de ingresos se actualizará anualmente con un IPC del 2,5%.

**Gastos**

Se calcularán los gastos de mantenimiento con la expresión:

$$\text{Mantenimiento año} = 450 \cdot \sqrt{\text{Pot. instalada. (kW)}} = 10.457,05 / \text{año}$$

Incluyendo el IVA, el coste anual de mantenimiento asciende a 12.239,32 €. Se actualizará cada año con un IPC del 3%.

AÑO	INGRESOS	GASTOS OPERACIÓN	INGRESOS- GASTOS	VAN i=4%	VAN i=5%	VAN i=6%
0	0,00€	0,00€	0,00€	-2.599.351,73€	-2.599.351,73€	-2.599.351,73€
1	173.623,75€	0,00€	173.623,75€	-2.432.405,82€	-2.433.995,78€	-2.435.555,74€
2	177.964,34€	10.749,05€	167.215,30€	-2.277.805,87€	-2.282.326,57€	-2.286.734,72€
3	182.413,45€	11.017,77€	171.395,68€	-2.125.435,74€	-2.134.268,54€	-2.142.827,60€
4	186.973,79€	11.293,22€	175.680,57€	-1.975.263,25€	-1.989.735,70€	-2.003.672,13€
5	191.648,13€	11.575,55€	180.072,59€	-1.827.256,71€	-1.848.644,12€	-1.869.111,42€
6	196.439,34€	11.864,94€	184.574,40€	-1.681.384,88€	-1.710.911,86€	-1.738.993,75€
7	201.350,32€	12.161,56€	189.188,76€	-1.537.616,97€	-1.576.458,94€	-1.613.172,42€
8	206.384,08€	12.465,60€	193.918,48€	-1.395.922,64€	-1.445.207,28€	-1.491.505,57€
9	211.543,68€	12.777,24€	198.766,44€	-1.256.271,97€	-1.317.080,66€	-1.373.856,02€
10	216.832,27€	13.096,67€	203.735,60€	-1.118.635,50€	-1.192.004,67€	-1.260.091,12€
11	222.253,08€	13.424,09€	208.828,99€	-982.984,17€	-1.069.906,68€	-1.150.082,61€
12	227.809,41€	13.759,69€	214.049,72€	-849.289,34€	-950.715,79€	-1.043.706,46€
13	233.504,64€	14.103,68€	219.400,96€	-717.522,81€	-834.362,78€	-940.842,73€
14	239.342,26€	14.456,27€	224.885,98€	-587.656,76€	-720.780,07€	-841.375,44€
15	245.325,81€	14.817,68€	230.508,13€	-459.663,78€	-609.901,72€	-745.192,45€
16	251.458,96€	15.188,12€	236.270,84€	-333.516,84€	-501.663,33€	-652.185,31€
17	257.745,43€	15.567,82€	242.177,61€	-209.189,34€	-396.002,04€	-562.249,17€
18	264.189,07€	15.957,02€	248.232,05€	-86.655,02€	-292.856,49€	-475.282,61€
19	270.793,80€	16.355,95€	254.437,85€	34.111,98€	-192.166,80€	-391.187,59€
20	277.563,64€	16.764,84€	260.798,80€	153.137,14€	-93.874,47€	-309.869,29€
21	284.502,73€	17.183,96€	267.318,77€	270.445,60€	2.077,56€	2.368.115,70€
22	291.615,30€	17.613,56€	274.001,74€	386.062,11€	95.745,02€	2.444.152,58€
23	298.905,68€	18.053,90€	280.851,78€	500.011,07€	187.182,30€	2.517.678,80€
24	306.378,32€	18.505,25€	287.873,07€	612.316,54€	276.442,50€	2.588.777,28€

25	314.037,78€	18.967,88€	295.069,90€	723.002,22€	363.577,46€	2.657.528,16€
----	-------------	------------	-------------	-------------	-------------	---------------

*Tabla 10. Analisis económico*

## Resultados

Los gastos de operación se tomarán como el 6,04% del ingreso generado por la central por año. Los gastos de operación engloban los gastos de mantenimiento y los no impresos por no operacion de la central en epoca de generacion.

En la tabla se pueden ver los retornos de la inversión siguientes:

Diecinueve años para una tasa de interés del 4%.

Veintiuno años para una tasa de interés del 5% y 6%.

Se trata de tasas de retorno que mejoran a las esperables en este tipo de proyectos, por lo que la rentabilidad de la inversión está asegurada y se genera un cash-flow equivalente una vez amortizado durante los siguientes 40 años:

$162620 \times 40 = 6.504.800\text{€}$  en términos de hoy lo que permite la sustitución de cualquier componente, si fuera requerido y un impuesto netomuy sustancial por lo que se concluye que **LA INVERSION ES RENTABLE.**



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación: INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELECTRICO

Título del proyecto: GENERACIÓN ELÉCTRICA EN UNA MINICENTRAL DE  
LAKUNTZA

Pliego de Condiciones

Xabier Lizarraga Andueza

Blas Hermoso Alameda

Justo García Ortega

Pamplona, 19 de Julio de 2012

## Índice

17- Disposiciones Generales .....	1
17.1 Objeto.....	1
17.2 Documentos que definen las obras .....	1
17.2.1Compatibilidad entre documentos .....	2
17.2.2 Representantes de la administración y del contratista .....	2
17.3 Disposiciones oficiales de aplicación.....	3
17.4 Pliego de condiciones de Índice Técnica .....	5
17.4.1 Condiciones de los materiales.....	5
17.5Materiales para Hormigones y Morteros.....	7
17.5.1 Áridos. ....	7
17.6 Carpintería de Armar.....	12
17.6.1 Maderas en general .....	12
17.6.2 Maderas para encofrados .....	12
17.6.3 Encofrados metálicos .....	12
17.6.4 Hierro y Acero para elementos metálicos.....	12
17.6.5 Valores Mínimos en ensayo de Tracción.....	13
17.7 Ensayos.....	13
17.8 Elementos de Albañilería .....	13
17.9 Yesos .....	14
17.10 Tuberías de Presión.....	15
17.10.1 Características generales del acero.....	15
17.10.2Pruebas en los tubos .....	15
17.10.3 Ensayos a tracción .....	16
17.10.4 Pruebas de soldadura.....	16
17.10.5 Materiales que no se incluyen en el presente pliego .....	16
17.11 Control de Calidad.....	17
17.11.1 Generalidades .....	17
17.11.2 Zahorras Naturales .....	17
17.11.3 Zahorras Artificiales .....	17
17.11.4 Zahorras naturales o artificiales drenantes o filtrantes .....	18
17.11.5 Material drenante .....	18

17.11.6 Criterios de filtro .....	19
17.11.7 Zahorras naturales o artificiales drenantes o filtrantes. Material drenante .....	20
17.11.8 Escollera para revestimientos .....	20
17.11.9 Hormigones .....	21
17.11.10 Mortero de Cementos.....	22
17.11.11 Barras de Acero Corrugado .....	23
17.11.13 Mallas electro soldadas.....	24
17.12 Condiciones de Ejecución.....	24
17.12.1 Replanteos .....	24
17.13 Instalaciones y Medios Auxiliares .....	25
17.14 Movimiento de Tierras.....	25
17.14.1 Preparación del terreno .....	25
17.14.2 Excavaciones .....	26
17.14.3 Excavaciones a cielo abierto .....	26
17.15 Excavación de Zanjas y Pozos.....	26
17.16 Deposito de los productos procedentes de excavaciones y limpieza de terrenos.....	27
17.17 Excavación en zona de préstamo .....	27
17.18 Trabajos complementarios. Entibaciones y Voladuras .....	27
17.19 Movimiento de tierras: Terraplenados .....	28
17.19.1 Humedad.....	28
17.19.2 Determinación del espesor de tongadas y del número de pasadas del compactador. .....	29
17.19.3 Prescripciones especiales para la ejecución de terraplenes.....	29
17.19.4 Ensayos que han de realizarse para asegurar la correcta ejecución de los terraplenes. ....	30
17.20 Movimientos de tierras: Rellenos .....	31
17.21 Movimientos de tierras: Derribos .....	32
17.22 Transporte de tierras .....	32
17.23 Hormigones y Morteros .....	32
17.23.1 Limpieza de las excavaciones antes del hormigonado. ....	33
17.23.2 Composición del hormigón .....	33
17.23.3 Fabricación de hormigón .....	33
17.23.4 Pruebas de hormigón durante la construcción.....	34
17.23.5 Resistencia del hormigón.....	35

17.23.6 Dosificación, densidad y consistencia del hormigón .....	35
17.23.7 Puesta en obra del hormigón.....	36
17.23.8 Curado de hormigón. ....	36
17.23.9 Juntas de hormigonado.....	37
17.23.10 Precauciones en tiempo frío o caluroso .....	37
17.23.11 Paramentos de hormigón y encofrados.....	38
17.23.12 Desencofrados.....	39
17.23.13 Hormigones prefabricados.....	39
17.23.14 Armaduras.....	40
17.23.15 Tuberías de Presión.....	40
17.24 Pliego de condiciones de Índole facultativa.....	41
17.24.1 Revisión de solicitud de ofertas .....	41
17.24.2 Residencia del contratista .....	41
17.24.3 Reclamaciones contra las ordenes de dirección .....	42
17.24.4 Despido por insubordinación, Incapacidad y Mala Fe. ....	42
17.24.5 Copia de los Documentos.....	42
17.24.6 Trabajos. Materiales y Medios Auxiliares. ....	43
17.25 Recepción y Liquidación.....	45
17.25.1 Recepciones Provisionales .....	45
17.25.2 Plazo de Garantía .....	46
17.25.3 Conservación de Trabajos recibidos provisionalmente .....	46
17.25.3 Recepción Definitiva .....	46
17.25.4 Liquidación Final.....	47
17.25.5 Liquidación en caso de Rescisión .....	47
17.25.6 Facultades de la Dirección de Obra.....	47
17.26 PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.....	48
17.26.1 Base Fundamental.....	48
17.26.2 Garantías de cumplimiento y Fianzas .....	48
17.26.3 Fianzas.....	48
12.26.4 Ejecución de los trabajo con Cargo a la Fianza .....	48
17.26.5 Devolución de la Fianza.....	48
17.27 Precios y Revisiones .....	49
17.27.1 Precios Contradictorios .....	49

17.27.2 Reclamaciones de Aumento de Precios .....	49
17.27.3 Revisión de Precios.....	50
17.27.4 Elementos Comprendidos en el Presupuesto .....	51
17.27.5 Valoración de y Abono de los Trabajos .....	51



## **17- Disposiciones Generales**

### **17.1 Objeto**

Las presentes Prescripciones Técnicas serán de aplicación en las obras e instalaciones comprendidas en este Proyecto, complementadas por los Pliegos y Normas que se indican en los artículos que forman este Documento.

En concreto, el presente Proyecto comprende en síntesis las obras necesarias para la ejecución de un aprovechamiento hidroeléctrico de la minicentral hidroeléctrica situado en el río Araquil en el término municipal de Lakuntza siendo éstas las siguientes:

Implantación y construcción de los diferentes componentes y características definidas en la sección de descripción de la minicentral desarrollada en la Memoria.

Derivación de aguas hacia la minicentral mediante un canal de alimentación con aliviadero y cámara de carga donde se aloja un equipo de reja con limpiarejas automático y una compuerta tipo vagón de alimentación a la turbina.

Construcción de un edificio de turbinado y aparallaje eléctrico para mando y control del grupo turbina-generador tipo semi-kaplan para una potencia máxima en bornes de 492 Kw. Posterior a ella se encuentra situada la compuerta de vagón de restitución.

Construcción de un canal de restitución de aguas al río Araquil.

Todos los contenidos de los Pliegos o Normas que se prescriben, regirán para las materias expresadas en sus títulos, cuando no se opongan a lo establecido por la Ley de Contratos del Estado, en el Reglamento General de Contratación y en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales. En caso contrario prevalecerá siempre el contenido de estas disposiciones, a la cuales precede el presente Pliego en orden de prelación.

### **17.2 Documentos que definen las obras**

Los documentos que definen las obras y que forman parte del Proyecto pueden tener un valor contractual o meramente informativo.

Los documentos que quedan incorporados al Contrato como contractuales son los siguientes:

- Planos
- Pliego de Condiciones Facultativas
- Presupuestos parciales y totales

La inclusión en el Contrato de las mediciones no implica necesariamente su exactitud respecto a la realidad.

Los datos sobre la procedencia de materiales, ensayos, condiciones locales, condiciones climáticas, del terreno, justificación de precios, y en general todos los incluidos en la Memoria del Proyecto, son documentos informativos.

#### ***17.2.1 Compatibilidad entre documentos***

En caso de contradicción e incompatibilidad entre Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, prevalecerá lo prescrito en este último documento.

Lo mencionado en el Pliego y omitido en los Planos o viceversa se considerará como si estuviera expuesto en ambos Documentos.

Las omisiones en los Planos, Pliego, o descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean indispensables para llevar a término la intención que se expone en los Planos y en el Pliego de Condiciones, o que por el uso y costumbre hayan de ser realizados, no solo no eximen al Contratista de ejecutar estos detalles de la obra que han sido omitidos sino que tendrán de ser ejecutados como si estuvieran completos y correctamente especificados en los Planos y Pliegos de Condiciones.

#### ***17.2.2 Representantes de la administración y del contratista***

La Dirección, control y vigilancia de las obras correrán a cargo del personal técnico de la Administración, que designará al Ingeniero Director de las Obras y que por el mismo o por las personas a sus órdenes y en representación, será responsable de la inspección y vigilancia de la ejecución del Contrato y asumirá la representación de la Administración ante el Contratista.

El Contratista está obligado a proporcionar al Ingeniero Director o a sus subordinados o delegados toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimiento, mediciones y pruebas de materiales, tanto en la obra como en el taller, a fin de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego de Condiciones.

Una vez adjudicadas las obras definitivamente, el Contratista designará al técnico que asumirá la Dirección de los Trabajos y que actuará como su representante ante la Administración.

### **17.3 Disposiciones oficiales de aplicación**

Serán preceptivas y obligatorias las siguientes disposiciones de carácter general:

- Ley de Contratos del Estado, aprobada por Decreto 923/65 de 8 de abril, y modificada parcialmente por la Ley de 5/1973 de 17 de marzo y por Real Decreto legislativo 931/1986 de 2 de mayo para la adaptación de la Directivas de la CE.
- Reglamento General de Contratación del Estado, aprobado por Decreto 3410/75 de 25 de noviembre.
- Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado
- Ley de Reglamentación Nacional del Trabajo en las Industrias de la Construcción y Obras Públicas
- Disposiciones vigentes sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo.
- Cuantas disposiciones sean de cumplimiento obligatorio para este tipo de obras, antes de su contratación.

Además serán de aplicación los siguientes Pliegos, Reglamentos, Instrucciones y Normas:

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para las obras de carreteras y puentes.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos, aprobado por Decreto de la Presidencia del Gobierno.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua, aprobado por Orden Ministerial.
- Instrucción para el Proyecto y Ejecución de forjados unidireccionales de hormigón armado o pretensado aprobado por Real Decreto 824/1988 de 28 de octubre.
- Instrucción para el Proyecto y Ejecución de obras de hormigón en masa y armado, aprobado por Real Decreto 1039/1991 de 15 de julio (EH-91).
- instrucción para el Proyecto y Ejecución de obras de hormigón pretensado
- Normas legales sobre revisión de precios en obras contratadas por el Estado,
- Pliego general de condiciones para la recepción de yeso.
- Instrucción para el proyecto, construcción y explotación de grandes embalses.
- Normas M.V.-102, 103, 104, 105, 106 del Ministerio de la Vivienda sobre estructuras de acero laminado y medios de unión.

-Instrucción para el estudio y ejecución de saneamiento de la Dirección General de Obras Hidráulicas.

-Instrucción para el estudio y ejecución de abastecimiento de agua potable de la Dirección General de Obras Hidráulicas.

-Instrucción para tuberías de hormigón armado y del Cemento.

-Normas U.N.E. indicadas como de cumplimiento obligatorio por el M.O.P.T.

-Normas y ensayos del Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo.

-Norma sismo resistente PD-S-1 de 30 de agosto de 1974.

-Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto.

-Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero.

-Reglamento de armas y explosivos, reglamento de Policía Minera y Metalúrgica.

Las Normas Tecnológicas de Control de materiales que podrán utilizarse son:

-Normas U.N.E.

-Normas N.L.T (Laboratorio de transportes y mecánica del suelo del centro de estudios y experimentación del M.O.P.T.)

-Normas tecnológicas de la edificación del M.O.P.T.

-Normas NBE AE-88, MV-102, MV-103, MV-104 del M.O.P.T.

-M.E. (Métodos de ensayo de la Instrucción de E.H. -91 del I.E.T. C.C.)

-Norma A.S.T.M. (American Society for Testing of Materials).

-Normas D.I.N.

Habrà de considerarse en el momento de su aplicación, las aclaraciones, modificaciones o disposiciones complementarias de las Normas anteriores y que estén vigentes en el momento de la ejecución de los trabajos.

En caso de discrepancia entre las prescripciones de las distintas disposiciones se entenderà como válida la más restrictiva según el juicio de la Dirección de las obras.

## 12.4 Pliego de condiciones de Índole Técnica

### 17.4.1 Condiciones de los materiales

#### 17.4.1.1 Normas generales: Procedencia, ensayos de recepción, acopios, etc.

El Contratista notificará a la Dirección de Obra con tiempo suficiente, la procedencia de los materiales que piense utilizar, a fin y efecto de que la Dirección de Obra pueda ordenar los ensayos necesarios para acreditar la idoneidad de los mismos. La aceptación de la procedencia de los materiales propuesta será requisito indispensable para el acopio de los materiales, sin perjuicio de la facultad de la Dirección de Obra de comprobar en todo momento que la mencionada idoneidad se mantiene tanto en los acopios posteriores, como en los presentes en ese momento, hasta el momento de su utilización.

Si durante la ejecución de las obras se encontraran materiales que pudieran emplearse ventajosamente técnica o económicamente sobre los ya previstos, la Dirección de Obra podrá ordenar el cambio de procedencia. La Dirección de Obra podrá autorizar al Contratista el uso de materiales procedentes de las excavaciones o demoliciones de la propia obra.

Si en base al derecho que se deriva por el Contratista, éste obtuviera materiales en mayor cantidad que la requerida para el contrato, la Dirección de Obra podrá apropiarse los sobrantes, sin perjuicio de las responsabilidades que puedan derivarse para el Contratista.

Para los acopios será de aplicación lo que dispone el artículo 143 del Reglamento General de Contratación, cuanto menos en el emplazamiento de los acopios en los terrenos de las obras o en los marginales que pudieran afectarlos, así como eventuales almacenamientos requerirán la aprobación previa de la Dirección de Obra.

Las superficies utilizadas tendrán de ser acondicionadas, una vez utilizado el acopio, recuperando su estado natural. Todos los gastos e indemnizaciones que se deriven de la utilización de superficies serán con cargo al Contratista.

#### 17.4.1.2 Rellenos y terraplenes

En los rellenos que van a soportar cargas, tales como futuras construcciones, tránsito de vehículos, etc., o que no estén detrás o sobre obras de fábrica, puede utilizarse cualquier clase de terreno, salvo la arcilla o el fango que se deslicen fácilmente en agua o que experimente grandes variaciones de volumen por las influencias atmosféricas y la tierra mezclada con raíces u otros elementos orgánicos, que al descomponerse puedan dar lugar a asentos en las superficies del terreno.

En los rellenos localizados de material filtrante y en la gravilla de asiento de la tubería forzada, se emplearán áridos naturales o procedentes de machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, o áridos artificiales exentos de arcilla, marga y otros materiales extraños.

En el asiento de la gravilla, el tamaño máximo no será en ningún caso superior a 15 milímetros.

En rellenos localizados de material filtrante, el tamaño máximo no será, en ningún caso, superior a 76 mm cedazo 80 UNE, y el cernido ponderal acumulado por el tamiz 0,080 UNE, no deberá rebasar el 5%.

En los rellenos de zahorra artificial, procederán del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, cumpliendo las condiciones.

No se admitirán en los terraplenes, las tierras con contenido orgánico ni, en general, cualquier material que no alcance en el ensayo Proctor Normal una densidad superior a 1.75.

Los suelos utilizados en terraplenes carecerán de piedras con tamaño superior a 10 centímetros.

Se consideraran como fracción de finos la que pase por el tamiz de 200 A.S.T.M. equivalente a una apertura de mallas de 74 milímetros. Esta fracción no excederá del 35 % en peso.

La fracción no retenida por el tamiz, 40 A.S.T.M. deberá tener un límite líquido inferior a 35, o que se cumpla la condición de que siendo el límite líquido inferior a 65 y superior a 35, el índice de plasticidad sea superior al número que resulta de disminuir 9 unidades el producto del citado límite líquido por un coeficiente de 0.6.

En la parte superior de los terraplenes, desde 1 metro por debajo de la rasante, no se admitirán suelos de límite líquido superior a 40.

La capacidad portante de los materiales utilizables para la formación de terraplenes, medida según el ensayo CBR, será siempre mayor de 3.

El hinchamiento medido en el ensayo CBR será inferior a 2 %.

## 17.4 Materiales para Hormigones y Morteros

### 17.4.1 Áridos.

#### 17.5.1.1 Procedencia

Los áridos procederán de graveras naturales o bien de machaqueo de rocas u otros materiales inertes suficientemente duros. En todo caso tendrán de cumplir las condiciones mencionadas en la EH-91. El contenido de sustancias nocivas, en los áridos, como son los sulfuras, materias orgánicas o materia inerte, no excederá de los límites marcados en la EH

#### 17.5.1.2 Árido fino

Se entiende como árido fino o arena el que pasa por el tamiz nº cinco (5) UNE 7050. El módulo de finura de al menos 9 muestras de cada 10 de arena, no vanará mas del 20% del módulo de finura medio de las mismas, asimismo, deberá cumplir las condiciones exigidas por la EH-91.

#### 17.5.1.3 Árido grueso

Se entiende como árido grueso o grava aquel que queda retenido por el tamiz número 5 UNE 7050. Tendrá que cumplir las condiciones que se exigen en la EH-91.

#### 17.5.1.4 Forma

Se rechazaran los áridos de forma laminar o circular con una proporción excesiva. Por lo tanto se limita interiormente el coeficiente de forma de la grava a 0.15, determinado de acuerdo al método de ensayo UNE 7238, tal y como lo especifica la EH-91.

#### 17.5.1.5 Granulometría

La composición granulométrica del árido será la que ajustándose a lo prescrito por la EH-91, se determine experimentalmente a fin de satisfacer las condiciones que se imponen a los hormigones en los que se utilicen.

#### 17.5.1.6 Tamaño del árido para hormigones armados

Deberá cumplir las condiciones exigidas respecto a las limitaciones de tamaño dela EH-91.

El tamaño máximo del árido se fijará de acuerdo con la distancia libre entre armaduras establecida por cada uno de los elementos del hormigón armado.

#### *17.5.1.7 Ensayos pertinentes*

Los ensayos a realizar sobre los áridos, serán los exigidos por la EH-91.

#### *17.5.1.8 Cementos*

Se usará cemento IV/35 SR O i-35a, siempre y cuando en el análisis del terreno o de las aguas en contacto con las obras no aparezcan agentes agresivos como son los sulfatos o cloruros, en cuyo caso la Dirección de Obra fijará el tipo de cemento a utilizar, cumpliendo las condiciones exigidas en la RC-88, así como las recomendaciones y prescripciones contenidas en EH-91, y las que en adelante fueran aprobadas con carácter oficial por el MOPT. Se admitirá cualquier otro tipo de cemento siempre que el constructor justifique que con él se puede obtener un hormigón de la calidad exigida en este Pliego.

Las condiciones del vigente Pliego de recepción de cementos que se señalan como especialmente importantes son las siguientes:

- -El cemento deberá cumplir las garantías de producción y las características que, para la obtención del distintivo "Discai"<sup>1</sup>.
- -La expansión en prueba de autoclave deberá ser inferior al 7 por 1000.
- -El contenido total de calcio libre u óxido cálcico mas hidróxido de calcio, determinado según el ensayo UNE 7251 deberá ser inferior al 1 % del peso total.
- -El contenido de aluminato tricálcico no debe exceder del 10 % del peso del cemento.
- -El contenido de silicato tricálcico no excederá del 50 % del peso del cemento.
- -El cemento deberá tener características homogéneas y no podrá presentar desviaciones en su resistencia, a la ruptura por compresión a los 28 días, superior al 10 % de la resistencia media del 90 % de las probetas ensayadas, eliminando el 5 % de los ensayos que hayan dado resistencias más elevadas y el 5 % de los ensayos que hayan dado las resistencias más bajas.
- ~EI número de probetas ensayadas por comprobación de la anterior condición no será inferior a 40.



- -En la obra en relación con la misma se contará con un laboratorio que permita efectuar los ensayos siguientes con el cemento:
- Finura de molido
  - Velocidad de forjado
  - Estabilidad del volumen
  - Resistencia a flexotracción y compresión al 1, 3,7, y 28 días con pasta pura y con mortero normal en la proporción de (3:1).
  - No se admitirá ningún cemento que llegue a la obra con una temperatura igual o superior a 70 °C, si se ha de manipular mecánicamente. Si se manipula a mano la mencionada temperatura no excederá del mayor de los dos límites siguientes:
    - 40 °C
    - Temperatura ambiente más de 5 °C

El cemento será transportado, almacenado y manipulado con cuidado suficiente de forma que esté constantemente protegido de la humedad para que en el momento de su uso esté en buenas condiciones.

De cada partida de cemento que se reciba se tomaran muestras y se efectuaran los ensayos indicados. Solo después de un resultado que sea satisfactorio de los ensayos se autorizará la utilización de la partida correspondiente de cemento.

Si se emplean silos para almacenar el cemento que sea recibido al detalle, éstos deberán de estar completamente cerradas y libres de humedad en su interior.

Si el cemento es recibido en sacos, siempre en los mismos envases cerrados en los que fueron expedidos en fábrica, se almacenará en un lugar ventilado y fuera de la intemperie y de la humedad del suelo y paredes.

La capacidad de almacenaje de cemento ha de ser la adecuada a las necesidades de la obra.

En el caso que alguna de las partidas de cemento diera una velocidad de forjado excesivamente rápida por faltarle tiempo de ensilado se almacenará separada de las otras y se dejará descansar hasta comprobar que todas sus características han pasado a ser las adecuadas. Solo en éste caso y previa autorización de la Dirección de Obra, podrá utilizarse.

Si el período de almacenamiento del cemento ha sido superior a un mes se comprobará que la resistencia continúe siendo la adecuada. Por lo que dentro de los 20 días anteriores a su utilización se repetirán los ensayos de forjado y resistencia mecánica,

sobre una muestra representativa de! cemento sin excluir los terrones que se hubieran podido formar.

#### *17.5.1.9 Productos de adición*

Se consideran productos de adición aquellos que se utilicen añadidos al hormigón en pequeñas cantidades a fin de modificar algunas de sus características, como son reducir la retracción y aumentar su resistencia, manejabilidad, impermeabilidad, etc. tales como impermeabilizantes, plastificantes, aireantes, aceleradores de forjado, espumantes, productos de curado, etc.

La utilización de éstos productos de adición está supeditada siempre a su aprobación por la Dirección de la Obra.

Estos productos precederán de empresas debidamente especializadas y que ofrezcan suficiente garantía a la Dirección de la Obra.

Antes de utilizar éstos productos será necesario que se justifique mediante los correspondientes ensayos, que añadidos en las debidas proporciones produzcan el efecto deseado en el hormigón sin perturbar las demás características, ni representar un peligro por las armaduras.

Se realizaran probetas, que se romperán a los 28 días para poder comparar sus características con las de otras probetas sin aditivo. Según el resultado de la mencionada comparación, se probará o no el uso del aditivo. La Dirección de la Obra establecerá el número preciso de probetas, en principio 6 con aditivo y 6 sin, además de los ensayos que estime oportunos.

No se podrá utilizar productos acelerantes del forjado del tipo del cloruro de calcio, sin un permiso especial y escrito de la Dirección de Obra y esto únicamente en hormigones en masa.

#### *17.5.1.10 Agua*

El agua que se utilice en el amasado de morteros y hormigones deberá reunir las condiciones prescritas en la vigente EH-91.

Las aguas que contengan cloruros en proporción de más de 6gr/l solo podrán utilizarse previa autorización de la Dirección de Obra en aquellos lugares que determine.

Se rechazará toda el agua cuyas características químicas no cumplan las condiciones siguientes:

- Contenido de anhídrido sulfúrico (SO), menor de 0,2 gr/l
- Contenido de sulfatos expresados en ion SO, menor de 0,2 gr/l
- Contenido de materia orgánica expresada en oxígeno consumido, menor de 0.3 gr/l

- Contenido de sulfuras expresados en azufre, menor de 0,5 g/l
- Exenta de hidratos de carbono en cualquier cantidad.
- Grado de acidez (pH) entre 4 y 8

#### *17.5.1.11 Armaduras*

#### *17.5.1.12 Redondos de acero*

El acero a utilizar en armaduras estará formado por barras corrugadas de alta adherencia. Podrá ser de dureza natural o endurecida por deformación en frío, y deberá proceder de factoría de reconocido prestigio, a estimación de la Dirección de la Obra.

El límite elástico característico será el indicado en los planos correspondientes, no pudiendo ser inferior a 5100 Kp/cm. Deberán tener las propiedades definidas por la EH-91 y cumplirán con la Norma UNE 36088/ 81.

A la llegada en obra de cada partida se realizará una presa de muestras, y sobre ésta se procederá a efectuar los ensayos de doblado y desdoblado que se mencionan en la EH-91 en al menos 1 por cada 500 metros lineales de cada uno de los calibres recibidos.

La Dirección de la Obra podrá ordenar la realización de los ensayos necesarios para determinar cualquier característica de interés. Si la partida fuera identificable y el Contratista presenta una hoja de ensayos redactada por un Laboratorio Oficial, se tendrá en cuenta la mencionada hoja, realizando únicamente los ensayos precisos para completar la información que se precise y ordene la Dirección de la Obra. Así mismo el ensayo de plegado se realizará ineludiblemente sobre todas las partidas.

Las armaduras se almacenaran de forma que no estén expuestas a una excesiva oxidación, ni se manchen de grasas, ligantes, aceites y otros productos que puedan perjudicar su adherencia.

#### *17.5.1.13 Mallas electro soldadas*

Las mallas electro soldadas estarán compuestas por dos sistemas de alambres, lisos o corrugados paralelos, formando ángulos rectos entre ellos y unidos mediante una soldadura eléctrica en los puntos de contacto.

Las características y propiedades de las mallas y alambres serán las que figuren en la EH-91, con los parámetros fijados en los planos.

Para su almacenamiento se tendrán presentes las indicaciones dadas en el punto anterior.

## 17.6 Carpintería de Armar

### 17.6.1 Maderas en general

Las maderas utilizadas no tendrán otra limitación que la de estar sanas y con las dimensiones suficientes para ofrecer la necesaria resistencia, con objeto de poner al descubierto la seguridad de la obra y del personal que intervenga.

### 17.6.2 Maderas para encofrados

Cumplirán lo previsto en la EH-91. Las maderas para encofrados tendrán el menor número posible de nudos y carecerán de defectos que puedan quedar marcados en el hormigón. Tendrán sus superficies lisas, especialmente las dedicadas a encofrados para hormigón visto.

### 17.6.3 Encofrados metálicos

Las piezas metálicas para encofrados deberán ser lisas en la cara de contacto con el hormigón y dar una junta suficientemente estanca, en su unión con las piezas inmediatas. La Dirección de la Obra rechazará las piezas con abolladas, con rugosidades, defectos en los aparejos de unión y que no ofrezcan suficiente garantía de resistencia a las deformaciones. Todas las piezas deberán estar perfectamente limpias y sin óxido antes de su utilización.

### 17.6.4 Hierro y Acero para elementos metálicos

#### 17.6.4.1 Condiciones generales

Los hierros y aceros deberán cumplir las prescripciones indicadas en la vigente "Instrucción para la Redacción de Proyectos y Construcción de Estructuras Metálicas".

Las características de cargas de rotura a tracción de alargamiento y el límite aparente de elasticidad, serán los siguientes:

	Carga de alargamiento		Límite aparente de elasticidad R (Kg/mm <sup>2</sup> )
	Rotura:	Proporcional	
Perfiles laminados	37	25	25
Hierro fundido	15	6	6
Acero fundido	45	18	22
Acero forjado	55	20	25

Tabla 11. Características de cargas de rotura a tracción.

### **17.6.5 Valores Mínimos en ensayo de Tracción**

Todas las piezas de acero laminado para construcciones metálicas, estarán exentas de exfoliaciones, láminas, estrías, fisuras, o pérdidas de sección superiores al 5%

Las superficies serán regulares y los extremos escuadrados y sin rebordes, los defectos superficiales podrán ser eliminados siempre que la sección resultante cumpla la anterior tolerancia.

### **17.7 Ensayos**

Los ensayos se llevaran a término de la forma prevista en la "Instrucción para la redacción de Proyectos y Construcciones de Estructuras Metálicas" vigente.

Los aceros laminados en perfiles, placas, tubos, rejillas y pletinas deberán ser de grano fino y homogéneo. Su superficie será lisa y sana, sin grietas o señales que puedan comprometer su resistencia. Estarán bien calibrados cualquiera que sea su perfil y los extremos escuadrados y sin rebabas.

El acero será del tipo A 42-b definido en la vigente norma M.V. 102 del Ministerio de la Vivienda.

### **17.8 Elementos de Albañilería**

Las condiciones funcionales y de calidad relativa a los materiales de origen industrial son los que especifican las Normas:

NBE-FL-1990: "Muros resistentes de fábrica de ladrillo’\*.

NTE-FFB: "Fachadas de bloque".

NTE-FFL: "Fachadas de ladrillo".

NTE-EFB: "Estructuras de fábrica de bloque".

NTE-EFL: "Estructuras de fábrica de ladrillo".

NTE-EFP: "Estructuras de fábrica de piedra".

NTE-RPA: "Revestimiento de paramentos. Alicatados".

NTE-RPE: "Revestimiento de paramento. Enfoscados".

NTE-RPG: "Revestimiento de paramentos. Guarnecidos y enlucidos".

NTE-RPP: "Revestimiento de paramentos. Pinturas".

NTE-RPR: "Revestimiento de paramentos. Revocos".

NTE-RSS: "Revestimiento de escaleras y suelos. Soleras".

NTE-RSB: "Revestimiento de escaleras y suelos. Terrazos".

NTE-RSP: "Revestimiento de escaleras y suelos. Placas".

NTE-RTP: "Revestimiento de techos. Continuos".

NTE-PTL: "Tabiques de ladrillo".

En las fábricas que hayan de quedar vistas, los ladrillos presentaran igualdad de coloración, siendo ésta uniforme, pero pudiendo variar en cada caso el tono y la intensidad de ella según el proceso de fabricación empleado.

Será de aplicación la norma UNE 7063 en relación con los ensayos de determinación de posibles eflorescencias, que supondrán la no aceptación del material que las posea.

Las tejas podrán ser curvas o planas, según las especificaciones del Proyecto. Deberán estar fabricadas con arcillas limpias y seleccionadas, sin presentar alabeos ni deformaciones; no tendrán caliches ni defectos que las hagan impropias para cumplir su función en la obra.

La resistencia de las tejas será tal que, colocadas en forma análoga a la que deberán tener en obra, soporten el peso de un hombre sin romperse. Deberán además ser impermeables, no absorbiendo mas de un 2% del peso propio de agua después de 24 horas de inmersión en dicho líquido.

## **17.9 Yesos**

El yeso deberá estar bien cocido, molido y limpio de tierras, no admitiéndose el que tenga mas del 8 % de granzas. Deberá absorber, al amasarlo, una cantidad de agua igual por lo menos a su volumen, fraguando con rapidez, y una vez extendido, se exigirá que no se reblandezca ni presente grietas ni eflorescencias salitrosas.

En todas las obras, regirá el Pliego General de Condiciones para la recepción de yesos.

El yeso se empleará para todos los casos especificados en el Proyecto, y como norma general para guarnecidos, enlucidos y blanqueados. En estos casos las condiciones mínimas que deberán cumplir son las siguientes:

-El que se emplee en obras para guarnecidos maestreados será el llamado basto o pardo y de buena calidad.

-El empleado para enlucidos y blanqueados será yeso fino, bien cribado con criba de 100 mallas por centímetro cuadrado y de primera calidad.

Las designaciones, prescripciones, forma de realizar las tomas de muestras, métodos de ensayo, etc. de los distintos tipos de yesos, aparecen claramente indicados en el Pliego antes citado.

## **17.10 Tuberías de Presión**

### **17.10.1 Características generales del acero**

Las tuberías para conducir agua a presión serán de acero. El acero empleado en la fabricación de los tubos y piezas especiales será perfectamente soldable. A requerimiento del Director de Obra, el fabricante deberá presentar copia de los análisis de cada colada. Los ensayos de soldadura se efectuarán a la recepción del material y consistirán en el plegado sobre junta soldada.

Las características, sobre producto, para el acero en la fabricación de tubos serán las establecidas en el cuadro siguiente:

Clase de tubo	Tracción Kg / mm <sup>2</sup>	Mínimo alargamiento de U en tanto por ciento	Carbono (C) Porcentaje máximo	Fósforo (P) Porcentaje máximo	Azufre (S) Porcentaje máximo
Tubos soldados a tope	37 a 45	26	—	0.060	0.055
Tubos soldados	37 a 45	26	—	0.060	0.055
Tubos soldados	52 a 62	22	0.23	0.055	0.055

*Tabla 12. Características para el acero.*

### **17.10.2 Pruebas en los tubos**

Las verificaciones y pruebas de recepción se ejecutarán en fábrica, previamente a la pintura o enlucidos de protección sobre el tubo. Los mecanismos de llaves y fontanería (ventosas, etc.) serán, por otra parte, sometidos a prueba de buen funcionamiento. Las llaves de compuerta serán sometidas a prueba de resistencia y estanquidad.

Serán obligatorias las siguientes verificaciones y pruebas:

- Examen visual del aspecto general de todos los tubos.
- Comprobación de dimensiones, espesores y rectitud de los tubos.
- Pruebas de estanquidad.

-Pruebas de rotura por presión hidráulica interior sobre un tubo de cada lote.

Junto con las anteriores se realizarán obligatoriamente los ensayos a tracción sobre testigos del material y la prueba de soldadura sobre testigos de materiales o sobre tubo.

### ***17.10.3 Ensayos a tracción***

Las probetas de tracción para el acero se cortarán de las chapas antes de la obtención de los tubos, tal como se indica en el Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua, del MOPU. Las probetas se someterán a tracción por medio de una máquina, dispositivos y métodos adecuados. Cuando la probeta de ensayo rompa fuera de la semilongitud central útil, debe repetirse la prueba con probetas procedentes de la misma chapa de la probada hasta obtener una rotura en la zona correspondiente a la semilongitud central útil.

### ***17.10.4 Pruebas de soldadura***

El Director de Obra podrá escoger para los ensayos 2 tubos de cada lote de 100 tubos. Si alguna de las 2 muestras no alcanza los resultados que se establecen en el mencionado Pliego, podrán escogerse tantos nuevos tubos para ser probados como juzgue necesario el Director de Obra para considerar satisfactorio el resto del lote. Si las pruebas de soldadura de los nuevos tubos escogidos no fueran satisfactorios, se podrá rechazar el lote o, si así quisiera el fabricante, probar cada uno de los tubos del lote, siendo rechazados los que no alcanzaren los resultados que se señalan en el mencionado Pliego de prescripciones técnicas para tuberías de abastecimiento de agua.

### ***17.10.5 Materiales que no se incluyen en el presente pliego***

Los materiales que no se incluyen en el presente Pliego, y que hayan de ser empleados en la obra serán de reconocida calidad, habiendo presentado el Contratista cuantos catálogos, muestras, informes y certificados de los correspondientes fabricantes a la Dirección de Obra, a fin de obtener la aprobación de ésta.

La Dirección de Obra podrá rechazar aquellos materiales que no reúnan, a su parecer, la calidad y condiciones necesarias para la finalidad a la que estén destinadas.

La Dirección de Obra podrá señalar al Contratista un plazo breve para que retire de los terrenos de la obra los materiales rechazados. En caso de incumplimiento de esta orden, procederá a su retirada siendo los gastos que ocasione esta operación a cargo del Contratista.



## 17.11 Control de Calidad

### 17.11.1 Generalidades

Además de las condiciones especificadas en los artículos anteriores para los distintos materiales, éstos deberán cumplir las especificaciones mas restrictivas entre esas y las siguientes, debiéndose realizar los ensayos especificados según la Norma y la periodicidad que se indican en cada caso:

### 17.11.2 Zahorras Naturales

Ensayos	UNE / NLT	MUESTREO	CRITERIOS ACEPTACIÓN
Granulométrico	104/72	1 cada 2.000 m3 o 1 vez por semana	% pasa # 0.080 $\leq$ 2/3 % pasa # 0.40 Curvas S1 ... S3 y $\sigma_{max} < 1/2$ espesor capa
Límite líquido de Atterberg	105/72	1 cada 2.000 m3 o 1 vez por semana	LL $< 25$
Límite plástico de Atterberg	106/72	1 cada 2.000 m3 o 1 vez por semana	IP $< 6$
Proctor modificado	108/72	2 cada 1.000 m3 o 2 veces por semana	$\delta_{PM} \geq \delta_{proyeto}$
CBR	111/78	1 cada 2.000 m3 o 1 vez por semana	CBR $> 20$
Equivalente arena	113/72	1 cada 1.000 m3 o 2 veces por semana	EA $> 30$
Materia orgánica	117/72	1 cada 2.000 m3 o 1 vez por semana	MO $\leq 0.1$ %
Desgaste Los Angeles	149/72	1 cada 4.000 m3 o 1 vez cada 2 semana	Coefficiente $< 50$

Tabla 13. Zahorras naturales

### 17.11.3 Zahorras Artificiales

Ensayos	UNE / NLT	MUESTREO	CRITERIOS ACEPTACIÓN
Granulométrico	104/72	1 cada 2.000 m3 o 1 vez por semana	% pasa # 0.080 $\leq$ 1/3 % pasa # 0.40 Curvas Z1 ... Z3 y $\sigma_{max} < 1/2$ espesor capa
Límite líquido de Atterberg	105/72	1 cada 2.000 m3 o 1 vez por semana	No plástico
Límite plástico de Atterberg	106/72	1 cada 2.000 m3 o 1 vez por semana	No plástico
Proctor modificado	108/72	2 cada 1.000 m3 o 1 vez por semana	$\delta_{PM} \geq \delta_{proyeto}$
CBR	111/78	1 cada 2.000 m3 o 1 vez por semana	CBR $> 20$
Equivalente arena	113/72	1 cada 1.000 m3 o 2 veces por semana	EA $> 30$
Materia orgánica	117/72	1 cada 2.000 m3 o 1 vez por semana	MO $\leq 0.1$ %
Desgaste Los Angeles	149/72	1 cada 4.000 m3 o 1 vez cada 2 semana	Coefficiente $< 35$
% elementos con 2 o mas caras fracturadas sobre fracción retenida # 5.	358/74	1 cada 4.000 m3 o 1 vez cada 2 semana	$> 50$ % en peso

Tabla 14. Zahorras artificiales

#### 17.11.4 Zahorras naturales o artificiales drenantes o filtrantes

Granulométrico (terreno y zahorras)	104/72	1 cada 2.000 m3 o 1 vez por semana	Ver criterios de filtro
Límites de Atterberg	105-106/72	1 cada 2.000 m3 o 1 vez por semana	IP zahorras = 0 (No plástico)
Proctor modificado	108/72	2 cada 1.000 m3 o 2 veces por semana	$\delta_{PM}(\text{zahorras}) \geq \delta_{\text{proyedo}}$
CBR	111/78	1 cada 2.000 m3 o 1 vez por semana	CBR (zahorras) > 20
Equivalente arena	113/72	1 cada 1.000 m3 o 2 veces por semana	EA (zahorras) > 35
Materia orgánica	117/72	1 cada 2.000 m3 o 1 vez por semana	MO (zahorras) $\leq$ 0.1 %
Desgaste Los Angeles	83116	1 cada 4.000 m3 o 1 vez cada 2 semana	Coefficiente (zahorras) < 50

Tabla 15. Zahorras naturales o artificiales drenantes o filtrantes

#### 17.11.5 Material drenante

Ensayos	UNE / NLT	MUESTREO	CRITERIOS ACEPTACIÓN
Análisis granulométrico (filtro y dren)	104/72	1 cada 2.000 m3 o 1 vez por semana	Ver criterios de filtro
Límites de Atterberg	105-106/72	1 cada 500 m3	IP (dren) = 0 (plástico)
Proctor modificado	108/72	1 cada 500 m3	$\delta_{PM} \geq \delta_{\text{proyedo}}$
Equivalente arena	113/72	1 cada 500 m3	EA dren > 20
Desgaste Los Angeles	83116	1 cada 500 m3	EA > 30
			Coefficiente < 50

Tabla 16. Material drenante

### 17.11.6 Criterios de filtro

TAMIZ 200 ASTM	TIPO SUELO	TAMIZ 4 ASTM (1)	CONDICIONES DE FILTRO I	TIPO DE FILTRO	CONDICIONES DE FILTRO II	CURVA GRANULOMÉTRICA DEL SUELO	UNIFORMIDAD	AUTOESTABILIDAD Sherard (3)
$0.074 \geq d_{25}^{\text{terreno}}$	Arcillas y limos arcillosos	$5 \geq d_{25}^{\text{terreno}}$	$d_{15}^{\text{filto}} < 9 d_{25}^{\text{terreno}}$	Arenas o gravas arenosas <sup>2</sup> con $d_{15}^{\text{filto}} \in (0.2 \dots 0.7)$	$d_{25}^{\text{filto}} < 50$ $d_{60}^{\text{filto}} < 5$	Se aplican los criterios independiente de la curva	$q_0^{\text{filto}} / q_0^{\text{terreno}} < \dots$	$I_p = q_5^{\text{filto}} / q_5^{\text{terreno}} < 5$ $q_5^{\text{filto}} > 0.074$
$0.074 \in (d_{40}^{\text{terreno}} \dots d_{25}^{\text{terreno}})$	Arcillas o limos arenosos y arenas arcillosas o limosas.	$5 \geq d_{25}^{\text{terreno}}$	$d_{15}^{\text{filto}} < 0.7$	Arenas o gravas arenosas <sup>2</sup> con $d_{15}^{\text{filto}} \in (0.5 \dots 1)$	$d_{25}^{\text{filto}} < 50$ $d_{60}^{\text{filto}} < 5$	Se aplican los criterios independiente de la curva	$q_0^{\text{filto}} / q_0^{\text{terreno}} < \dots$	$I_p = q_5^{\text{filto}} / q_5^{\text{terreno}} < 5$ $q_5^{\text{filto}} > 0.074$
$0.074 \in (d_{15}^{\text{terreno}} \dots d_{40}^{\text{terreno}})$	Intermedio	$5 \geq d_{25}^{\text{terreno}}$	$d_{15}^{\text{filto}} < (40-p) / (40-15) * (4 d_{25}^{\text{terreno}} - 0.7)$	$d_{15}^{\text{filto}} \in (7.5 \dots 9) d_{25}^{\text{terreno}}$		Se aplican los criterios uniformes. Si presenta discontinuidades se dimensiona respecto la porción fina de la curva del suelo.	$q_0^{\text{filto}} / q_0^{\text{terreno}} < \dots$	$I_p = q_5^{\text{filto}} / q_5^{\text{terreno}} < 5$ $q_5^{\text{filto}} > 0.074$
$0.074 < d_{25}^{\text{terreno}}$	Arenas y gravas arcillosas		$d_{15}^{\text{filto}} < 4 d_{25}^{\text{terreno}}$			Se aplican los criterios uniformes. Si presenta discontinuidades se dimensiona respecto la porción fina de la curva del suelo.	$q_0^{\text{filto}} / q_0^{\text{terreno}} < \dots$	$I_p = q_5^{\text{filto}} / q_5^{\text{terreno}} < 5$ $q_5^{\text{filto}} > 0.074$

Los datos numéricos están expresados en milímetros.

El material del filtro que pasa por el tamiz 200 ASTM tiene que ser no cohesivo.

$K^{\text{filto}}$  = Tiene que ser unas 20 veces superior a la  $K^{\text{terreno}}$ , y mejor si lo es 50 veces o mas.

$q^a$  = el j % de las partículas del material  $\alpha$  tienen un  $\phi < q^a$ . Por ejemplo:  $q_5^{\text{filto}} = 5 \text{ mm}$  = el 5 % de las partículas del filtro tienen un diámetro igual o menor que 5 mm.

p = porcentaje de elementos que pasan por el tamiz 200 ASTM.

(1) = Cribado de suelo con tamiz 4 según resultado del cribado con el tamiz 200. Las condiciones de filtro se ha de cumplir en la fracción del terreno que pasa por este tamiz.

(2) = Condiciones a satisfacer por el filtro formado por gravas arenosas.

(3) = Este criterio se ha de comprobar para cualquier separación arbitraria del filtro en dos mitades (gruesa y fina).

Tabla 17. Criterios de filtro

### 17.11.7 Zahorras naturales o artificiales drenantes o filtrantes. Material drenante

ZAHORRA NATURAL O ARTIFICIAL DRENANTE O FILTRANTE		MATERIAL DRENANTE	
TIPO DE TERRENO A DRENAR		TIPO DE TERRENO A DRENAR	
COHESIVO	NO COHESIVO	FILTRO NO COHESIVO	
$\% \text{pasa}_{\text{zahorra}} \#80 = 100 \%$ $\% \text{pasa}_{\text{zahorra}} \#0.080 < 5 \%$ $\phi_{15} \text{ zahorra} < 0.1$ $\phi_{15} \text{ zahorra} / \phi_{15} \text{ terreno} > 5$ $\phi_{50} \text{ zahorra} / \phi_{50} \text{ terreno} < 25$ $\phi_{60} \text{ zahorra} / \phi_{10} \text{ terreno} < 20$	$\% \text{pasa}_{\text{zahorra}} \#80 = 100$ $\% \text{pasa}_{\text{zahorra}} \#0.080 < 5 \%$ $\phi_{15} \text{ zahorra} / \phi_{85} \text{ terreno} < 5$ $\phi_{15} \text{ zahorra} / \phi_{15} \text{ terreno} > 25$ $\phi_{50} \text{ zahorra} / \phi_{50} \text{ terreno} < 25$ $\phi_{60} \text{ zahorra} / \phi_{10} \text{ terreno} < 20$	$\% \text{pasa}_{\text{dren}} \#80 = 100$ $\% \text{pasa}_{\text{dren}} \#0.080 < 5 \%$ $\phi_{15} \text{ dren} / \phi_{85} \text{ filtro} < 5$ $\phi_{15} \text{ dren} / \phi_{15} \text{ filtro} > 25$ $\phi_{50} \text{ dren} / \phi_{50} \text{ filtro} < 25$ $\phi_{60} \text{ dren} / \phi_{10} \text{ filtro} < 20$	
COMPACTADO HOMOGÉNEO SIN ARENA FINA O LIMOS	CON ARENA FINA Y LIMOS	FILTRO CON ARENA FINA Y LIMOS	
$\phi_{15} \text{ zahorra} < 0.4$ $\phi_{15} \text{ zahorra} > 0.1$ $\phi_{15} \text{ zahorra} / \phi_{50} \text{ terreno} < 25$ $\phi_{60} \text{ zahorra} / \phi_{10} \text{ terreno} < 20$	$\phi_{15} \text{ zahorra} < 1$ $\phi_{15} \text{ zahorra} / \phi_{85} \text{ terreno} > 5$ $\phi_{50} \text{ zahorra} / \phi_{50} \text{ terreno} < 25$ $\phi_{60} \text{ zahorra} / \phi_{10} \text{ terreno} < 20$	$\phi_{15} \text{ dren} < 1$ $\phi_{15} \text{ dren} / \phi_{85} \text{ filtro} > 5$ $\phi_{50} \text{ dren} / \phi_{50} \text{ filtro} < 25$ $\phi_{60} \text{ dren} / \phi_{10} \text{ filtro} < 20$	
SISTEMA DE DRENAJE		SISTEMA DE DRENAJE	
TIPO DE TUBO	PARÁMETRO	TIPO DE TUBO	PARÁMETRO
Con juntas abiertas Perforados Hormigón poroso Con espiga	$\phi_{85} \text{ zahorra} / e_{\text{junta}} > 1.20$ $\phi_{85} \text{ zahorra} / e_{\text{agujero}} > 1$ $\phi_{85} \text{ zahorra} / e_{\text{granulado}} > 0.2$ $\phi_{85} \text{ zahorra} / e_{\text{espiga}} > 1$	Con juntas abiertas Perforados Hormigón poroso Con espiga	$\phi_{85} \text{ dren} / e_{\text{junta}} > 1.20$ $\phi_{85} \text{ dren} / e_{\text{agujero}} > 1$ $\phi_{85} \text{ dren} / e_{\text{granulado}} > 0.2$ $\phi_{85} \text{ dren} / e_{\text{espiga}} > 1$

Tabla 18. Zahorras naturales o artificiales drenantes o filtrantes. Material drenante

### 17.11.8 Escollera para revestimientos

Ensayos	UNE / NLT	MUESTREO	CRITERIOS ACEPTACIÓN
Geometría		1 cada 500 m <sup>3</sup>	Bloques paralelepípedos con una cara plana Wunitario $\geq 500$ kp. L aristas $\geq 0.5$ m y Lmin/Lmax $< 2$ W <sub>CaCO<sub>3</sub></sub> / W <sub>g</sub> $\geq 95 \%$ $\gamma \geq 2.500$ kp / m <sup>3</sup> Wf - W <sub>0</sub> / Wf $\leq 5 \%$ No debe presentar alteraciones f <sub>c,real</sub> $\geq 500$ Kp/cm <sup>2</sup> Coeficiente $\leq 35$
Composición química	116/72	1 cada 5.000 m <sup>3</sup>	
Peso específico		1 cada 5.000 m <sup>3</sup>	
Absorción de agua	83133	1 cada 5.000 m <sup>3</sup>	
Resistencia a las heladas	22184	1 cada 5.000 m <sup>3</sup>	
Resistencia a compresión	148/72 305/90	1 cada 5.000 m <sup>3</sup>	
Desgaste Los Angeles	149/72	1 cada 5.000 m <sup>3</sup>	
Fiabilidad			W <sub>0</sub> - Wf / Wf $\leq 10 \%$
Estabilidad a los sulfatos	158/72	1 cada 5.000 m <sup>3</sup>	

Tabla 19. Escollera para revestimientos

### 17.11.9 Hormigones

Ensayos	UNE / NLT	MUESTREO	CRITERIOS ACEPTACIÓN
<b>AGUA</b>			
Sustancias disueltas	7130		[ ] $\leq 15$ gr / l
Sulfatos expresados en SO <sub>4</sub>	7131		[ SO <sub>4</sub> ] $\leq 1$ gr / l
Hidratos de carbono	7132		No existirán
Cloruros en Cl <sup>-</sup>	7178		[ Cl ] $\leq 6$ gr / l
Exponente de hidrógeno pH	7234		pH $\geq 5$
Sustancias orgánicas solubles en éter	7235		[ ] $\leq 15$ gr / l
<b>ARENA</b>			
Densidad		1 cada 5.000 m <sup>3</sup> o 1 cada 6 m.	Color <sub>disolución</sub> $\geq$ Color <sub>patrón</sub>
Contenido materia orgánica	7082	1 cada 5.000 m <sup>3</sup> o 1 cada 6 m.	( $\geq$ mas oscuro )
Terrones de arcilla	7133	1 cada 5.000 m <sup>3</sup> o 1 cada 6 m.	$\leq 1$ %
Finos que pasan #0.080	7135	1 cada 5.000 m <sup>3</sup> o 1 cada 6 m.	$\leq 6$ %
Reactividad potencial con los álcalis del cemento	7137	1 cada 5.000 m <sup>3</sup> o 1 cada 6 m.	No debe presentar
Fiabilidad de la arena	83115	1 cada 5.000 m <sup>3</sup> o 1 cada 6 m.	IF $\leq 40$
Compuestos de azufre	83120	1 cada 5.000 m <sup>3</sup> o 1 cada 6 m.	$\leq 0.4$ % granulado seco
Equivalente de arena	83131	1 cada 5.000 m <sup>3</sup> o 1 cada 6 m.	EA $\geq 75$
Absorción de agua	83133	1 cada 5.000 m <sup>3</sup> o 1 cada 6 m.	WF - Wo / WF $\leq 5$ %
Análisis granulométrico	104/72	1 cada semana	Curva $\pm 10$ % Dosificación
Humedad	102/72	1 cada día	Ajuste del agua de dosificación

<b>GRAVAS</b>			
Densidad		1 cada 5.000 m <sup>3</sup> o 1 cada 6 m.	$\leq 0.25$ %
Terrones de arcilla	7133	1 cada 5.000 m <sup>3</sup> o 1 cada 6 m.	$\leq 5$ %
Partículas blandas	7134	1 cada 5.000 m <sup>3</sup> o 1 cada 6 m.	$\leq 1$ %
Finos que pasan # 0.080	7135	1 cada 5.000 m <sup>3</sup> o 1 cada 6 m.	Wo - Wf / Wo $\leq 18$ %
Resistencia al ataque del sulfato magnésico	7136	1 cada 5.000 m <sup>3</sup> o 1 cada 6 m.	No debe presentar
Reactividad potencial con los álcalis del cemento	7137	1 cada 5.000 m <sup>3</sup> o 1 cada 6 m.	CF $\geq 0.15$ %
Coefficiente de forma	7238	1 cada 5.000 m <sup>3</sup> o 1 cada 6 m.	$\leq 0.5$ %
Material retenido por el # 0.063 que flota en un líquido de $\gamma = 2$ gr/cm <sup>3</sup> .	7244	1 cada 5.000 m <sup>3</sup> o 1 cada 6 m.	Coefficiente $\leq 0.5$
Desgaste de Los Angeles			Coefficiente $\leq 40$
Compuestos de azufre	83116	1 cada 5.000 m <sup>3</sup> o 1 cada 6 m.	$\leq 0.4$ % granulado seco
Absorción de agua	83120	1 cada 5.000 m <sup>3</sup> o 1 cada 6 m.	WF - Wo / WF $\leq 5$ %
Análisis granulométrico	83133	1 cada 5.000 m <sup>3</sup> o 1 cada 6 m.	
	104/72	1 cada semana	Curva $\pm 10$ % Dosificación

Ensayos	UNE / NLT	MUESTREO	CRITERIOS ACEPTACIÓN				
<b>CEMENTOS</b>	80101	1 cada 500 T		2 DIAS (min)	7 DIAS (min)	28 DIAS	
						(min)	(máx)
			55 A	30	--	55	--
			55	25	--	55	--
			45 A	20	--	45	65
Principio y final de fragua	80102	1 cada 500 T	45	--	30	45	65
			35 A	13.5	--	35	55
			35	--	20	35	55
			25	--	15	25	--
Principio y fin de fraguado	80102	1 cada 500 T		TIPO I		TIPO I - O	
				Después de	Antes de	Después de	Antes de
	80103	1 cada 500 T					
	80215	1 cada 500 T	55	45 '	12 h	45 '	12 h
	80215	1 cada 500 T	45	60 '	12 h	60 '	12 h
	80215	1 cada 500 T	35	60 '	12 h	60 '	12 h
	80215	1 cada 500 T	25	60 '	12 h	60 '	12 h
				TIPO I		TIPO I - O	
Agujas de Le Chatelier	80103	1 cada 500 T	55,45,35	Expansión $\leq 10$ mm		Expansión $\leq 10$ mm	
Pérdida al fuego	80215	1 cada 500 T	55, 45, 35	PF $\leq 5$ %		PF $\leq 3.5$ %	
Residuo insoluble	80215	1 cada 500 T	55,45, 35	RI $\leq 5$ %		RI $\leq 2.5$ %	
Cloruros	80215	1 cada 500 T	55, 45, 35	CI $\leq 0.1$ %		CI $\leq 0.1$ %	
Trióxido de azufre	80215	1 cada 500 T	55	SO <sub>3</sub> $\leq 4.5$ %		SO <sub>3</sub> $\leq 4.5$ %	
			45	SO <sub>3</sub> $\leq 4.5$ %		SO <sub>3</sub> $\leq 4.5$ %	
			35	SO <sub>3</sub> $\leq 4$ %		SO <sub>3</sub> $\leq 4$ %	

Tablas 20, 21 y 22. Hormigones

#### 17.11.10 Mortero de Cementos

Ensayos	UNE / NLT	MUESTREO	CRITERIOS ACEPTACIÓN
<b>AGUA</b>			
Sustancias disueltas	7130		[ ] $\leq 15$ gr / l
Sulfatos expresados en SO <sub>4</sub>	7131		[ SO <sub>4</sub> ] $\leq 1$ gr / l
Hidratos de carbono	7132		No existirán
Cloruros en Cl <sup>-</sup>	7178		[ Cl ] $\leq 6$ gr / l
Exponente de hidrógeno pH	7234		pH $\geq 5$
Sustancias orgánicas solubles en éter	7235		[ ] $\leq 15$ gr / l
<b>ARENA</b>			
Densidad		1 cada fracción	
Contenido materia orgánica	7082	1 cada fracción	Color <sub>disolución</sub> $\geq$ Color <sub>patrón</sub> ( $\geq$ = mas oscuro ) $\leq 1$ % $\leq 6$ %
Terrones de arcilla	7133	1 cada fracción	No debe presentar
Finos que pasan #0,080	7135	1 cada fracción	
Reactividad potencial con los álcalis del cemento	7137	1 cada fracción	IF $\leq 40$
Friabilidad de la arena	83115	1 cada fracción	$\leq 0.4$ % granulado seco
Compuestos de azufre	83120	1 cada fracción	EA $\geq 75$
Equivalente de arena	83131	1 cada fracción	Wf - Wo / Wf $\leq 5$ %
Absorción de agua	83133	1 cada fracción	Curva $\pm 10$ % Dosificación
Análisis granulométrico	104/72	1 cada semana	Ajuste del agua de dosificación
Humedad	102/72	1 cada día	



Ensayos	UNE / NLT	MUESTREO	CRITERIOS ACEPTACIÓN				
CEMENTOS	80101	1 cada fracción		2 DIAS (min)	7 DIAS (min)	28 DIAS	
						(mín)	(máx)
			55 A	30	--	55	--
			55	25	--	55	--
			45 A	20	--	45	65
			45	--	30	45	65
	80102		35 A	13,5	--	35	55
			35	--	20	35	55
			25	--	15	25	--
Principio y fin de fraguado	80102	1 cada fracción		TIPO I		TIPO I - O	
				Después de	Antes de	Después de	Antes de
	80103		55	45 '	12 h	45 '	12 h
	80215		45	60 '	12 h	60 '	12 h
	80215		35	60 '	12 h	60 '	12 h
	80215		25	60 '	12 h	60 '	12 h
				TIPO I		TIPO I - O	
Agujas de Le Chatelier	80103	1 cada fracción	55,45,35	Expansión $\leq 10$ mm		Expansión $\leq 10$ mm	
Pérdida al fuego	80215	1 cada fracción	55,45,35	PF $\leq 5$ %		PF $\leq 3,5$ %	
Residuo insoluble	80215	1 cada fracción	55,45,35	RI $\leq 5$ %		RI $\leq 2,5$ %	
Cloruros	80215	1 cada fracción	55,45,35	CI $\leq 0,1$ %		CI $\leq 0,1$ %	
Tróxido de azufre	80215	1 cada fracción	55	SO <sub>3</sub> $\leq 4,5$ %		SO <sub>3</sub> $\leq 4,5$ %	
			45	SO <sub>3</sub> $\leq 4,5$ %		SO <sub>3</sub> $\leq 4,5$ %	
			35	SO <sub>3</sub> $\leq 4$ %		SO <sub>3</sub> $\leq 4$ %	

Tablas 23 y 24. Mortero de cementos

### 17.11.11 Barras de Acero Corrugado

Ensayos	UNE / NLT	MUESTREO	CRITERIOS ACEPTACIÓN				
CONTROL DE MATERIALES							
Identificación	36068 / 36088		Requisitos este Pliego				
Certificados de adherencia			Requisitos este Pliego				
Doblado simple	36068 / 36088	2 probetas cada $\phi$ cada 20 Tn	No deben presentar grietas				
Doblado-desdoblado	36068 / 36088	2 probetas cada $\phi$ cada 20 Tn	No deben presentar grietas				
Ensayo a tracción	36401	2 probetas cada $\phi$ cada 20 Tn con un mínimo de 3 ensayos.	TIPO	F <sub>y</sub>	F <sub>s</sub>	$\epsilon_R$	F <sub>s</sub> / F
			AEH 400 N	4100	5300	16	1.05
			AEH 400 F	4100	4500	14	1.05
			AEH 500 N	5100	6100	14	1.05
			AEH 500 F	5100	5600	12	1.05
			AEH 600 N	6100	7100	12	1.05
			AEH 600 F	6100	6700	10	1.05
CONTROL GEOMÉTRICO							
Masa y sección transversal	36068 / 36088	2 probetas cada $\phi$ cada 20 Tn	$\phi$	%			
			6 - 25	- 5			
			32 - 50	- 4			
Ovalidad	36068 / 36088	2 probetas cada $\phi$ cada 20 Tn	$\phi$	$\phi$ máx. - $\phi$ mín.			
			6 - 8	1.0			
			10 - 14	1.5			
			16 - 25	2.0			
			32 - 50	2.5			
Resaltos	36068 / 36088	2 probetas cada $\phi$ cada 20 Tn con un mínimo de 3 ensayos.	a $\leq 1,20$ a homologado				
a) Ancho			h $\geq h$ homologado				
b) Altura			S $\leq S$ homologado				
c) Separación			$\alpha = \alpha$ homologado $\pm \epsilon$				
d) Ángulo							

Tabla 25. Barras de Acero Corrugado

### 17.11.13 Mallas electro soldadas

Ensayos	UNE / NLT	MUESTREO	CRITERIOS ACEPTACIÓN															
<b>CONTROL DE MATERIALES</b>																		
Identificación	36092		Requisitos este Pliego															
Certificados de adherencia			Requisitos este Pliego															
Doblado simple	36092	2 probetas cada $\phi$ cada 20 Tn	No deben presentar grietas															
Doblado-desdoblado	36092	2 probetas cada $\phi$ cada 20 Tn	No deben presentar grietas															
Ensayo a tracción	36401	2 probetas cada $\phi$ cada 20 Tn con un mínimo de 3 ensayos.	<table><tr><td>TIPO</td><td><math>F_y</math></td><td><math>F_s</math></td><td><math>\epsilon_r</math></td><td><math>F_s / F</math></td></tr><tr><td>AE 50 T</td><td>4100</td><td>5300</td><td>16</td><td>1.05</td></tr><tr><td>AE 60 T</td><td>4100</td><td>4500</td><td>14</td><td>1.05</td></tr></table>	TIPO	$F_y$	$F_s$	$\epsilon_r$	$F_s / F$	AE 50 T	4100	5300	16	1.05	AE 60 T	4100	4500	14	1.05
TIPO	$F_y$	$F_s$	$\epsilon_r$	$F_s / F$														
AE 50 T	4100	5300	16	1.05														
AE 60 T	4100	4500	14	1.05														
<b>CONTROL GEOMÉTRICO</b>																		
Masa y sección transversal	36092	2 probetas cada $\phi$ cada 20 Tn	<table><tr><td><math>\phi</math></td><td>%</td></tr><tr><td>4 - 12</td><td>- 5</td></tr></table>	$\phi$	%	4 - 12	- 5											
$\phi$	%																	
4 - 12	- 5																	
Ovalidad	3609	2 probetas cada $\phi$ cada 20 Tn	<table><tr><td><math>\phi</math></td><td><math>\phi_{\text{máx.}}</math></td><td><math>\phi_{\text{mín.}}</math></td></tr><tr><td>4 - 8</td><td>1.0</td><td></td></tr><tr><td>10 - 12</td><td>1.5</td><td></td></tr></table>	$\phi$	$\phi_{\text{máx.}}$	$\phi_{\text{mín.}}$	4 - 8	1.0		10 - 12	1.5							
$\phi$	$\phi_{\text{máx.}}$	$\phi_{\text{mín.}}$																
4 - 8	1.0																	
10 - 12	1.5																	
Resaltos	36092	2 probetas cada $\phi$ cada 20 Tn.																
a) Ancho			$a \leq 1,20 a_{\text{homologado}}$															
b) Altura			$h \geq h_{\text{homologado}}$															
c) Separación			$s \leq s_{\text{homologado}}$															
d) Ángulo			$\alpha \approx \alpha_{\text{homologado}} \pm \epsilon$															

Tabla 26. Mallas electro soldadas

## 17.12 Condiciones de Ejecución

### 17.12.1 Replanteos

El replanteo previo de las obras a que se refiere el artículo 24 de la Ley de Contratos del Estado (7-HI-73) y el artículo 81 de su reglamento (D. 3410/1975 de 25 de marzo) se efectuará en presencia del Contratista, teniendo por objeto comprobar la realidad geométrica de la obra y la disponibilidad de los terrenos levantándose la oportuna acta con los resultados de ésta comprobación.

Este replanteo dejará fijadas las necesarias referencias de nivel y planta así como los ejes de cada parte de la obra, siendo el Contratista responsable del mantenimiento y conservación de éstas referencias así como de su posible reposición.

Los replanteos de detalle de cada perfil u obra parcial se ejecutaran por el Contratista y la Dirección de la Obra comprobará siempre que lo considere conveniente, su exactitud sin que su conformidad disminuya la responsabilidad del Contratista.

Todos los gastos originados por el replanteo previo y los parciales son por cuenta del Contratista.



### **17.13 Instalaciones y Medios Auxiliares**

Todas las instalaciones y medios auxiliares para la ejecución de las obras del presente Pliego, son por cuenta y riesgo del Contratista, tanto en su proyecto como en su ejecución y explotación.

El Contratista deberá presentar, a requerimiento de la Dirección de la Obra, los planos y características técnicas de las instalaciones auxiliares para la ejecución de las obras.

### **17.14 Movimiento de Tierras**

#### ***17.14.1 Preparación del terreno***

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, malezas, escombros y basuras o cualquier otro material indeseable a juicio de la dirección de obra.

Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Remoción de los materiales objeto del desbroce.
- Retirada de estos materiales su transporte a vertedero.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para conseguir las condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones existentes, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene la Dirección de la Obra, observándose en todo momento las prescripciones para el desbroce de terreno dadas en el P.G-3 (Pliego de prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes). En los desmontes, todos los tocones y raíces mayores de 10 centímetros serán eliminados hasta una profundidad no inferior a 50 centímetros por debajo de la explanada.

Del terreno natural sobre el que tiene que asentarse un relleno, se eliminarán todos los tocones o raíces con diámetro superior a diez centímetros de forma que no quede ninguna dentro del cemento del relleno, a menos de quince centímetros de profundidad bajo los terraplenes de cota inferior a treinta y cinco centímetros hasta una profundidad de cincuenta centímetros de la explanada. Juntamente con esta operación se retirará la capa de tierra vegetal, nunca en un espesor menor de veinte centímetros y se dispondrán en las proximidades para su posterior utilización o se transportará a vertedero a juicio de la Dirección de Obra.

### ***17.14.2 Excavaciones***

Las distintas excavaciones se establecen como "no clasificadas" entendiéndose que el terreno es homogéneo con independencia de las características de las capas o estratos que realmente se presentan.

El Contratista en base al replanteo general levantará perfiles transversales después de efectuada la operación de desbroce y retirada de la capa de tierra vegetal en los lugares que indique la Dirección de la Obra, dejando señales para la posterior comprobación por parte de ésta, facilitando el personal y medios necesarios al topógrafo de la Administración sin cargo alguno.

### ***17.14.3 Excavaciones a cielo abierto***

Se ejecutará de la forma y condiciones que se indican en el P.G.-4.

### **17.15 Excavación de Zanjas y Pozos**

Se ejecutará de la forma y condiciones que se indican en el P.G.-4. Las excavaciones en zanja se profundizarán hasta el límite indicado en los Planos y en la forma que fije la Dirección de la Obra.

Las corrientes de aguas pluviales o subterráneas que pudieran presentarse, se cegaran o desviarán de la forma y empleando los medios que prevea el Contratista debiendo ser aprobados por la Dirección de la Obra.

El Contratista tendrá que aportar los medios de agotamiento necesarios para tratar de conseguir que las excavaciones se ejecuten en seco.

Si como consecuencia de avenidas, rotura de ataguías u otras causas que ocasionen trastorno o inundaciones en la cimentación de las obras, se produjeran averías y desperfectos, se repararán de la forma que indique la Dirección de la Obra.

Si del reconocimiento practicado en el terreno al iniciarse las excavaciones, resultara la conveniencia de variar el sistema de cimentación propuesto, se reformará el Proyecto con las modificaciones que procedan, suspendiéndose mientras tanto los trabajos que correspondan a la parte modificada.

El fondo y las paredes laterales de las excavaciones en las que posteriormente haya de colocarse hormigón, deberán tener un perfecto acabado de acuerdo con las líneas y pendientes indicadas en los Planos respectivos; los materiales sueltos de las superficies así preparadas deberán humedecerse y compactar con las herramientas o elementos adecuados con la finalidad de conseguir un buen cimiento.

La Dirección de la Obra juzgará la necesidad o no de entibaciones; en los casos en que se prevea su utilización y el Contratista proponga de forma justificada la

realización de las excavaciones sin entibar, la Dirección de Obra podrá autorizarlo sin que esto suponga ninguna responsabilidad subsidiaria. Así mismo, los aumentos de excavación y extracción de desprendimientos que pudieran derivarse de la autorización no serán computables a efectos de abono.

#### **17.16 Deposito de los productos procedentes de excavaciones y limpieza de terrenos**

La Dirección de la Obra decidirá sobre el posterior uso del material objeto de desbroce o le las excavaciones.

Los materiales procedentes de desbroce o de las excavaciones que hayan de ser posteriormente utilizados se acopiaran y transportaran de la forma y a los lugares que indique el Contratista previa autorización de la Dirección de Obra.

#### **17.17 Excavación en zona de préstamo**

La Dirección de Obra fijará o autorizará en su caso las zonas en que pueda realizarse esta excavación. El Contratista someterá a la previa aprobación de la Dirección de Obra el equipo de excavación que piensa utilizar.

Antes de empezar las excavaciones se procederá a preparar el área de préstamo retirando la capa de tierra vegetal y otros materiales que pudieran aparecer y sean inadecuados.

Las excavaciones en las áreas de préstamo deberán hacerse de forma que se de libre salida a las aguas. El Constructor deberá recabar la autorización de la Dirección de obra para los Planos de trabajo que vaya realizando.

Una vez acabada la excavación, las áreas de préstamo deberán dejarse en buenas condiciones, sin que en ellas se produzcan charcos ni obstrucciones al paso. Los caballeros formados con materiales que hayan resultado inutilizables, deberán quedar con las superficies y taludes alisados.

Los medios de transporte de los materiales excavados que el Contratista necesite utilizar, serán sometidos a la previa aprobación por parte de la Dirección de la Obra.

#### **17.18 Trabajos complementarios. Entibaciones y Voladuras**

-Trabajos complementarios. Son los que se precisan para la ejecución de las excavaciones, transporte, y vertido de materiales en caballeros y formación de éstos, entre otros.

No se podrá preceder al macizado de zanjas o a la construcción de cimientos hasta que no hayan sido totalmente excavadas y reconocidas por la Dirección de Obra,

facilitando el Contratista los medios auxiliares que se precisen y ejecutando a su cargo todos los trabajos, calas, sondeos o pozos necesarios para este reconocimiento.

-Entibaciones. Es obligación del Contratista ejecutar las entibaciones necesarias para asegurar el terreno y evitar accidentes a los obreros.

-Voladuras. Cuando sea preciso en uso de barrenos se tomaran precauciones y se solicitaran las autorizaciones necesarias, cumpliéndose escrupulosamente lo prescrito en el Reglamento de Explosivos y cuantas disposiciones oficiales estén vigentes en el momento de realizarse las obras.

### **17.19 Movimiento de tierras: Terraplenados**

Se prevé la utilización de productos de excavación para la formación de terraplenes indicados en el Proyecto, seleccionando convenientemente aquellos productos para que cumplan las condiciones establecidas.

En caso de que no se diera esta posibilidad, se utilizaran terrenos procedentes de préstamos. La ejecución de esta unidad de obra se realizará según se indica en el PG.4, complementado con las indicaciones siguientes:

Las densidades exigibles serán las indicadas en los Planos.

#### **17.19.1 Humedad.**

Cada tongada deberá compactarse con el contenido de humedad preciso, teniendo en cuenta los ensayos Proctor realizados, para que se pueda llegar al grado de compactación exigido este Pliego.

Se considerará como grado de humedad preciso a la humedad óptima deducida de los ensayos Proctor, tolerándose una variación de más o menos el +/- 2 % con respecto a dicho grado de humedad.

En el caso de que el material que se extrae de los préstamos o de la obra tuviera un grado de humedad más alto que el límite admisible, se tendrá en caballeros removiéndose periódicamente con equipo adecuado a este fin, hasta la pérdida del agua sobrante.

Si después de distribuir el material se comprueba que su humedad es superior a la prescrita, se removerá con arado, gradas, etc. hasta que por evaporación pierda la cantidad de agua que tenga en exceso.

El Contratista deberá suspender un trabajo de compactación siempre que, a juicio de la Dirección de Obra, no pueda efectuarse en buenas condiciones a causa de la lluvia u otras condiciones meteorológicas con humedad excesiva.

Si el grado de humedad de los materiales al ser excavados fuera inferior al debido para su consolidación, podrán ser distribuidos en obra, dándoles posteriormente el grado de humedad conveniente por medio de riegos. Estos se efectuarán con medios que deberán ser aprobados previamente por la Dirección de Obra y deberán distribuir el agua con uniformidad y sin chorros violentos dirigidos directamente al material, para evitar arrastres de las partículas finas del mismo.

#### ***17.19.2 Determinación del espesor de tongadas y del número de pasadas del compactador.***

El espesor a dar a cada tongada depende fundamentalmente del peso y características del rodillo compactador, por lo cual será preceptivo realizar ensayos previos a la compactación con el rodillo o rodillos que vayan a utilizarse en la ejecución de toda la obra.

A la vista de estos ensayos, la Dirección de la Obra fijará el espesor de la tongada y el número de pasadas que ha de darse en la compactación del terraplén.

Excepto en aquellas zonas en que por otras razones constructivas se prescribe en este Pliego un espesor máximo de tongada que no deberá ser sobrepasado, se elegirá como espesor de tongada al máximo que pueda conseguirse con los medios de compactación que vayan a utilizarse, tomando un cierto margen de seguridad para tener la convicción de que incluso en la capa inferior de la tongada se llega a la compacidad exigida en éste Pliego. Análogamente el número de pasadas que se adopte excederá en una o dos pasadas al número estrictamente necesario para conseguir la compacidad que prescribe este Pliego.

#### ***17.19.3 Prescripciones especiales para la ejecución de terraplenes.***

El espesor máximo de cada tongada no será mayor de 30 cm, aunque en los ensayos de compactación se dedujera que se puede lograr buena compactación con espesores mayores.

Antes de empezar el extendido de cada nueva capa se harán los ensayos necesarios definidos en el apartado siguiente para asegurarse de que toda la capa inferior tiene una compacidad igual o mayor que la exigida. Además, si la compactación se realizase con rodete liso, será imprescindible escarificar la superficie con grada de discos u otra máquina similar hasta poder garantizar que se genera una buena unión entre la capa inferior, ya compactada, y la que se extenderá sobre ella.

Se procurará que en el momento de ser extendido el material tenga el grado de humedad comprendido dentro de los límites de fijados en el apartado a) y en caso contrario, se realizarán las labores de corrección que indica el mencionado apartado.

Antes de iniciar la compactación se harán los ensayos necesarios para tener la certeza de que todo el material a compactar tiene un grado de humedad dentro de los límites anteriormente especificados.

En épocas de lluvias se organizarán los trabajos de forma que el agua pluvial pueda evacuarse fácilmente evitándose la formación de charcos en superficie así como degradaciones del material.

Se suspenderá la ejecución cuando el material esté helado o cuando su temperatura pueda descender por debajo de los 0 °C. Al efecto, no se compactará cuando la temperatura del ambiente sea igual o menor que 2 grados centígrados.

En cualquier caso, la Dirección de la Obra determinará los momentos o períodos en que por impedimentos climatológicos no se puedan efectuar los trabajos definidos en este artículo.

Si a pesar las precauciones anteriores quedara una zona afectada ya sea por las heladas o por lluvias, de forma que hubiera perdido el debido grado de compacidad, deberá ser escarificado completamente y compactado de nuevo cuando el material tenga las condiciones adecuadas.

#### ***17.19.4 Ensayos que han de realizarse para asegurar la correcta ejecución de los terraplenes.***

Con la mayor diferencia de tiempo posible respecto al momento de la compactación, se deberá conocer el contenido de humedad del material que ha de ser compactado. En particular, cuando se esté compactando se tomarán diariamente, muestras 2 de material y se medirá la humedad con vista al ensayo NLT-103.

Si alguna de las muestras diera un contenido de humedad fuera de los límites prescritos, se ensayaran nuevas muestras para asegurarse que no hubo error en las anteriores y en caso de confirmarse que efectivamente el grado de humedad no queda dentro de los límites tolerados, se corregirá según se ha indicado en el apartado a).

No se considerará terminada la compactación de cada tongada mientras no se tenga seguridad de haber conseguido una densidad igual o mayor del 95 % o el 100 %, de la densidad Proctor. Para esto una vez pasado el rodete compactador con un número de pasadas igual al que se haya fijado con las pruebas que se prescriben en el apartado

- se realizaran 2 ensayos de medida de densidad "in situ" que podrán efectuarse de acuerdo a uno de los siguientes métodos:
- Con arena seca. De acuerdo con la norma NLT-109.
- Método volumétrico, mediante recubrimiento de la muestra con parafina para medir el volumen por desplazamiento de agua en recipiente enrasado.
- Con relleno de escayola y tarado posterior del volumen por evacuación de agua en recipiente enrasado, según la norma NLT-109 con las naturales adaptaciones.
- Con aparato basado en isótopos radiactivos. En este caso como mínimo una vez por semana se efectuará un tarado del aparato, comparando su lectura con el resultado obtenido con medida directa de la densidad realizada según uno de los métodos a), b), c).
- En caso de que se revele una densidad menor que la exigida, se realizaran nuevas pasadas de compactador y nuevos ensayos, repitiéndose el proceso hasta tener la certidumbre de que la densidad de la tongada cumple lo prescrito en este Pliego.

Si aumentando el número de pasadas no se consigue una densidad igual a la exigida en la parte inferior de la tongada, esto significaría que esta tiene un espesor superior al adecuado para el rodillo compactador utilizado. En este caso se debería escarificar y retirar parte de la tongada, compactando el resto hasta que tenga la debida densidad.

### **17.20 Movimientos de tierras: Rellenos**

Se ejecutaran según se indica en el PG-3 complementado por las indicaciones siguientes.

No se efectuará ningún relleno sin previa aprobación de la Dirección de Obra. En todo caso, al realizarlo la parte a rellenar ha de estar libre de agua, tierra, grava o piedras sueltas.

Los rellenos han de realizarse consolidando debidamente suelos vertidos, de forma que llenando por completo el espacio existente entre los taludes de las zanjas y la fábrica. En el caso de que existieran entibaciones, deberán retirarse paulatinamente según se vaya efectuando el relleno y compactado del mismo, de forma que en ningún caso puedan producirse escorrentías de los terrenos retenidos con la entibación.

El grado de compactación que se tiene de obtener en los rellenos, será en principio el 95% del Proctor Modificado, excepto que la Dirección de la Obra especifique lo contrario.

## **17 .21 Movimientos de tierras: Derribos**

Consiste en el derribo de todas las construcciones que obstaculicen la obra o que sea necesario hacer desaparecer para dar por acabada la ejecución de la misma, o en la destrucción parcial de unidades de obra construidas, cuando sea preciso a juicio de la Dirección de Obra.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Derribos de materiales.
- Retirada de los materiales de derribo.

## **17.22 Transporte de tierras**

Los tipos de transporte de tierras que se efectuará se resumen en los siguientes:

- Transporte a vertedero: Bajo esta definición se incluyen todos los transportes de tierras a vertederos cuando la distancia sea mayor de 3 Km. fuera de la zona de la obra.
- Transporte interior de tierras: Se incluirán los transportes de tierras desde el punto de excavación hasta el lugar de uso para tapado o terraplenado de la misma obra.

Mediciones: Esta unidad de obra se medirá y abonará por metro cúbico teórico, como máximo.

## **17.23 Hormigones y Morteros**

Los hormigones tanto en composición como en ejecución y curado cumplirán lo indicado en la EH-91.

Excepto objeción de la Dirección de Obra, el hormigón se podrá realizar en obra o utilizar hormigón preparado, en cuyo caso deberá cumplir la Instrucción (E.H.P.R.E.-72).

Se describen seguidamente algunas de las operaciones a tener en cuenta:



### ***17.23.1 Limpieza de las excavaciones antes del hormigonado.***

No se procederá a hormigonar ninguna cimentación sin que lo autorice expresamente la Dirección de la Obra.

Inmediatamente antes del hormigonado se limpiará con cuidado la excavación hasta que esté libre de agua, tierra o elementos sueltos.

### ***17.23.2 Composición del hormigón***

Antes de empezar las obras, utilizando los materiales que vayan a usarse como áridos y la instalación para la preparación y selección de los mismos, se determinará la composición granulométrica más conveniente.

Fijada una granulometría, y con una consistencia seca, se ejecutarán probetas cúbicas o cilíndricas de las dimensiones prescritas, con dosificaciones variables de cemento, obteniendo un mínimo de 3 probetas para cada dosificación. Rotas estas probetas a los 28 días se dibujará la curva que representa la resistencia de rotura del hormigón en función de la cantidad de cemento, por granulometría y consistencia elegidas.

Análogamente se han de obtener otras curvas por granulometría y cantidades de agua diferentes.

A la vista de todas estas curvas se elegirá entre las varias composiciones de hormigón que proporcionen la resistencia y densidad exigidas, la de menor dosificación de cemento, siempre que la consistencia cumpla lo especificado en el apartado f) siguiente.

### ***17.23.3 Fabricación de hormigón***

La Dirección de la Obra situará en las instalaciones del Contratista los vigilantes que estime convenientes para el control de la fabricación del hormigón, dando el Contratista las facilidades necesarias para este control y las correspondientes tomas de muestras.

Tanto la disposición de la estación de hormigonado que se use como cada uno de los elementos de la misma, deberán requerir la aprobación de la Dirección de la Obra.

En particular deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- Ajuste rápido de las cantidades de cemento, agua y áridos para dosificaciones diversas.
- Control seguro de todos los materiales, con dispositivo rápido de interrupción de suministro.
- Facilidades para la rápida evacuación de los materiales excedentes de las tolvas.
- El tiempo de mezcla en las hormigoneras será superior al triple del necesario para que la mezcla hecha en seco aparezca con un aspecto uniforme.

#### ***17.23.4 Pruebas de hormigón durante la construcción***

Las resistencias exigidas en cada hormigón en el apartado siguiente de este Pliego se comprobarán por rotura de probetas bien sean cilíndricas de 15 x 30 cm moldeadas o mediante probetas extraídas "in situ" por perforación con máquina rotativa o similar.

Las probetas moldeadas se ejecutarán con el mismo hormigón que se coloca en la obra, tomándose la muestra de las amasadas que por su apariencia o consistencia parezcan de menor calidad. Las probetas se ejecutarán y conservarán según las normas UNE 41116 y UNE 41117.

Durante la ejecución de la obra se fabricarán diariamente por cada tipo de hormigón, 6 probetas llenando los moldes en el mismo tajo de puesta en obra del hormigón.

La Dirección de la Obra podrá ordenar extraer probetas in situ siempre que lo considere necesario.

Si a los veintiocho días la resistencia de las probetas fabricadas fuera inferior al 80 % de la especificada para esta fecha, se ensayarán probetas extraídas in situ de la zona donde se haya colocado el hormigón defectuoso y también de aquellas que indique la Dirección de Obra.

Al comparar entonces la resistencia de las probetas extraídas in situ con el 80 % de la exigida a los 28 días puede ocurrir:

d.1.) Que aquella sea menor, en este caso, se derribarán las partes ejecutadas con ese hormigón.

d.2. Que aquella sea igual o mayor. En este caso, la Dirección de la Obra decidirá si se han de realizar otros ensayos, si puede aceptar la Obra, adoptando las medidas de precaución pertinentes, o si por el contrario es preciso derribar las partes defectuosas.

Si a los 28 días la resistencia de las probetas fabricadas fuera superior al 80 % de la especificada para esta fecha, pero inferior al 100% de la misma, la Dirección de la Obra decidirá si es necesario ensayar probetas extraídas in situ.

En todas las probetas fabricadas se medirá su densidad inmediatamente antes de procederá su rotura.

#### ***17.23.5 Resistencia del hormigón.***

Las resistencias características mínimas de los hormigones utilizados en las obras especificadas en el presente Pliego serán las siguientes:

-Para limpieza y relleno de hormigón en masa:

$$f_{ck} = 125 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (H-125)}$$

-Para hormigones en masa:

$$f_{ck} = 150 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (H-150)}$$

-Para hormigones armados:

$$f_{ck} = 175 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (H-175)}$$

Tanto la resistencia característica como los coeficientes de seguridad correspondientes a los niveles de control, tipo de obra, etc. se indican en los planos.

#### ***17.23.6 Dosificación, densidad y consistencia del hormigón***

Se recomienda que la dosificación de los áridos para hormigones se efectúe en peso. Este tipo de dosificación será preceptivo para el cemento.

La dosificación del conjunto de los áridos y cemento ha de ser tal que con el mínimo posible de cemento la densidad a la que llegue el hormigón después de colocado en obra, sea mayor que 2,35 y se determinará mediante ensayos realizados en obra.

Se deberá reducir al mínimo posible la relación agua-cemento a fin de obtener la máxima resistencia con el mínimo calor de fraguado y mínimo consumo de cemento, previa autorización de la Dirección de Obra, permitiéndose aumentar la dosificación de agua hasta conseguir el expresado requerimiento.

La determinación de la consistencia se efectuará midiendo el asentamiento de una masa moldeada con el cono de Abrams de 30 centímetros de altura y con bases de diámetro 20 y 10 centímetros, respectivamente.

En las partes con un espesor superior a 80 centímetros, el asentamiento con el cono de Abrams no deberá de superar 25 milímetros.

En las partes de espesor inferior a 80 centímetros y en el hormigón para armar, se aumentará el porcentaje de agua, dando al hormigón una consistencia plástica, pero de forma que el asentamiento con el cono de Abrams se mantenga inferior a 80 milímetros.

#### ***17.23.7 Puesta en obra del hormigón***

Se tendrán en cuenta las prescripciones de la Instrucción de obras de hormigón y especialmente que:

- Las instalaciones de puesta en obra de hormigón deberán ser sometidas a aprobación por parte de la Dirección de Obra.
- Es esencial que los medios de transporte de hormigón no produzcan disgregaciones en el mismo. Como norma general no transcurrirá mas de una 1 hora entre la fabricación del hormigón y su puesta en obra y consolidación.
- En ningún caso se tolerará la colocación en obra de masas que acusen un principio de fraguado, segregación o desecación.
- No se colocarán en obra capas o tongadas, el espesor de las cuales sea superior al que permite una compactación completa de la masa.
- La frecuencia de la vibración, que es obligatoria, no bajará de 7.000 veces por minuto y será la adecuada para la perfecta compactación del hormigón que se coloca.

#### ***17.23.8 Curado de hormigón.***

El período de curado será de 7 días como mínimo.

Durante el tiempo de curado se mantendrán las superficies horizontales cubiertas con sacos o con arena y se regaran con la suficiente cantidad de agua, tantas veces como sea preciso para que estén permanentemente húmedas. En lugar de sacos o arena, puede cubrirse la superficie con una capa de agua. Las superficies verticales se regaran tantas veces como sea preciso para mantenerlas siempre húmedas.

Para agua de riego se preferirán las tuberías que no sean de hierro, evitando siempre las que por tener oxidaciones puedan comunicar tintes al hormigón.

La temperatura del agua usada en el riego .no será inferior a 20 grados a la del hormigón, para evitar la formación de grietas por enfriamiento brusco.

Se controlará la calidad del agua, no admitiéndose el uso de aguas con contenido en sulfatos expresado en ion SOL mayor que 0,3 g/l.

En caso de utilizarse líquidos de curado, se someterá a la aceptación de la Dirección de Obra.

#### ***17.23. 9 Juntas de hormigonado.***

Cuando haya necesidad de disponer de juntas de hormigonado no previstas en los Planos, se situaran tales juntas en dirección lo mas normal posible a la de las tensiones de compresión y en el lugar donde su efecto sea el menos perjudicial, alejándose con este fin, de las zonas donde la armadura esté sometida a fuertes tracciones.

Se cuidará que la junta se conserve limpia en todo momento.

Inmediatamente antes de colocar el nuevo hormigón sobre una junta, se repetirá la operación de limpieza de la misma.

Aquellas juntas de trabajo que hayan sido encofradas y en las que haya de existir unión entre los hormigones en contacto para asegurar una buena transmisión de los esfuerzos, se picaran activamente y se limpiaran después con aire y agua a presión.

#### ***17.23.10 Precauciones en tiempo frío o caluroso***

En tiempo frío siempre que se prevea que dentro de las 24 horas siguientes puede bajar la temperatura mínima del ambiente por debajo de los cero grados 0° C, se suspenderá el hormigonado.

En este sentido, el hecho de que la temperatura sea inferior a 4 grados a las 9 de la mañana, se interpretará como señal de que son probables las heladas dentro de las 24 horas siguientes, por lo que se deberá suspender el hormigonado.

En tiempo caluroso se procurará que no se evapore el agua de amasado y se adoptaran las medidas oportunas para que no se coloquen en obra masas que acusen desecación.

Si la temperatura ambiente es superior a 40 grados, se suspenderá el hormigonado a no ser que la Dirección de la Obra indique otra cosa.

### ***17.23.11 Paramentos de hormigón y encofrados***

Los paramentos han de quedar lisos con formas perfectas y buen aspecto, sin defectos ni rugosidades, quedando proscritos toda clase de enlucidos, excepto que la Dirección de Obra tomara otra decisión.

No podrá verterse hormigón en encofrados no vistos por la Dirección de la Obra, una vez colocados.

Las operaciones, ordenadas por la Dirección de Obra, que sea necesario efectuar para corregir irregularidades o defectos serán por cuenta del Constructor.

Los encofrados serán lo suficientemente resistentes, rígidos y estancos para soportar las cargas y empujes del hormigón fresco y dar a la obra la forma prevista en los Planos y además deberán estar pintados con productos antiadherentes de reconocida calidad antes de verter el hormigón.

Se prohíbe expresamente utilizar para la sujeción de encofrados tacos de madera que después hayan de quedar dentro del hormigón.

Antes de empezar el hormigonado, deberán hacerse cuantas comprobaciones sean necesarias para cerciorarse de la exactitud de la colocación de los encofrados, y igualmente durante el curso del hormigonado para evitar cualquier movimiento de los mismos.

De forma general y mientras no se especifique otra cosa, se exigirá a los encofrados un acabado en el que las irregularidades no superen 10 milímetros en caso de ser suave el cambio y 5 milímetros si fuera brusco.

Las irregularidades suaves se miden con un patrón consistente en una regía recta para las superficies planas o su equivalente para las curvas, de 1,50 m de longitud.

Cuando las tolerancias dadas en el apartado anterior sean sobrepasadas, las irregularidades bruscas o suaves se rebajarán a los límites exigidos. Este tratamiento será por cuenta del Contratista.

Se considera inaceptable el acabado con mortero adicional.

La unión de los diversos elementos se hará de forma que pueda realizarse el desencofrado o sin golpes.

Los elementos de encofrados que hayan de volver a utilizarse se limpiaran y rectificarán con cuidado.

### **17.23.12 Desencofrados**

Los plazos de desencofrado serán fijados por la Dirección de Obra, teniendo en cuenta las temperaturas y de acuerdo con la Instrucción EH-91.

### **17.23.13 Hormigones prefabricados**

Se denomina hormigón prefabricado aquel cuya dosificación y mezcla se realiza en una instalación fija llamada Central, por persona ajena al Contratista, trasladándose hasta el lugar de su utilización en transportes especiales que no permitan su disgregación.

El tiempo utilizado en el transporte no debe ser superior a 1 hora.

Atendiendo a su utilización de acuerdo con sus resistencias especificadas, se consideraran los 3 tipos de hormigones prefabricados, que corresponden a los tipos citados en el apartado e).

La Dirección de Obra exigirá al Contratista que realice ensayos de consistencia del hormigón prefabricado que se reciba para comprobar que tiene las características exigidas al Fabricante. El Contratista será responsable ante la Dirección de Obra de que se cumplan estas características.

La Dirección de Obra podrá rechazar todas esas cargas que acusen un estado de desecación, disgregación o principio de fraguado.

El ensayo de consistencia se efectuará por cualquier de los dos procedimientos descritos en los métodos de ensayo UNE-7102 y UNE-7103.

Las muestras tomadas de cada carga de hormigón, entendiendo como carga la suministrada en una sola vez y en un solo recipiente, necesarias para los ensayos para los tres tipos hormigón, serán 6 probetas, de las cuales se romperán 3 a los 7 días, y la otras 3 a los 28 días.

Si la carga es inferior o igual a 2 metros cúbicos, se efectuaran 2 tomas de muestra, una correspondiente al final del último tercio de la carga y la otra al principio del último tercio. Si la carga fuera superior a dos 2 metros cúbicos se efectuaran 3 tomas de muestra, 2 de las cuales corresponderán al final del primer cuarto de la carga y una al principio del último cuarto. En cualquiera de los casos la toma de muestras se realizará durante la descarga del hormigón.

Se entiende que no es preciso tomar muestras de todas las cargas que llegan a la obra. El número o frecuencia de las muestras a extraer vendrá determinado por el criterio que se expone en el apartado d).

#### **17.23.14 Armaduras**

Los tipos de acero a utilizar se indican en los correspondientes Planos.

Las armaduras han de colocarse limpias, exentas de óxidos no adherido (se admite el óxido que queda después de cepillar las barras con cepillo de alambre), libres de pintura, grasa, hielo o cualquier otra sustancia perjudicial.

Para todo lo que se relaciona con la elaboración y colocación de armaduras de acero en el hormigón, se seguirán las prescripciones contenidas en la EH-91.

Se procurará reducir al mínimo las uniones de armaduras y se seguirán las prescripciones contenidas en la EH-91.

Los anclajes extremos de las barras, se realizarán por gancho, patilla, prolongación recta, o cualquier otro método garantizado por la experiencia, teniendo en cuenta las indicaciones de la EH-91.

Las barras se fijarán entre sí y el encofrado mediante las oportunas sujeciones, de forma que quede impedido todo movimiento de aquellas durante el vertido y compactación del hormigón.

El Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra los Planos de despiece de armadura.

Antes de proceder al hormigonado de los elementos armados, se someterá la disposición y colocación de armaduras a la aprobación de la Dirección de Obra.

#### **17.23.15 Tuberías de Presión**

Las tuberías de conducción irán colocadas en el fondo de la zanja sobre una capa de arena con espesor mínimo de 5 centímetros. Las zanjas tendrán la profundidad indicada en los Planos. Antes de proceder al apretado de las juntas, se comprobará la exactitud de la colocación de los tubos de planta y perfil, sin que existan garrotes ni defectos.

Ejecutando un tramo de tubería, se cubrirá con tierras elegidas hasta una altura de 20 centímetros sin tapar las juntas. Después se procederá a la prueba de presión interior, sometiendo la tubería a 1.4 veces la presión máxima de trabajo, para comprobar que no hay pérdidas en las juntas ni en los tubos. Posteriormente se realizará la prueba de estanqueidad. Ambas pruebas se realizarán en presencia del Ingeniero Director y



cumplirán todos los requisitos establecidos por el Pliego de Prescripciones Técnicas del MOPU.

El Contratista está obligado a rehacer toda junta o sustituir el tubo que en las pruebas o durante el plazo de garantía contenga pérdida de agua.

Terminada la prueba satisfactoriamente, se autorizará al Contratista el relleno de la zanja, que se compactará en tongadas sucesivas. Las primeras tongadas hasta unos 30 cm por encima de la generatriz superior del tubo se harán evitando colocar piedras o gravas con diámetros superiores a 2 centímetros y con un grado de compactación no menor del 95 % del Proctor Normal. Las restantes podrán contener material más grueso, recomendándose sin embargo, no emplear elementos de dimensiones superiores a los 20 centímetros en el primer metro, y con un grado de compactación del 100 % del Proctor Normal.

Se tendrá especial cuidado en el procedimiento empleado para terraplenar zanjas y consolidar rellenos, de forma que no produzcan movimientos en las tuberías. No se rellenarán zanjas en tiempo de grandes heladas o con material helado.

Una vez instalada en la zanja se someterá a la tubería a las pruebas preceptivas de presión interior y a la prueba de estanquidad.

#### **17.24 Pliego de condiciones de Índole facultativa**

##### **Obligaciones y Derechos del Contratista**

###### ***17.24.1 Revisión de solicitud de ofertas***

Por la Dirección Técnica se solicitarán ofertas a las Empresas especializadas del sector, para la realización de las obras e instalaciones específicas en el presente Proyecto, para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado Proyecto o un extracto con los datos suficientes. En el caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentar además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación.

El plazo máximo fijado para la recepción de las ofertas será de un mes.

###### ***17.24.2 Residencia del contratista***

Desde que se dé principio a las obras, hasta su recepción definitiva, el Contratista o un representante suyo autorizado deberán residir en un punto próximo al de ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse de él sin previo conocimiento del Ingeniero

Director y notificándole expresamente, la persona que durante su ausencia le ha de representar en todas sus funciones. Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán validas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de los empleados u operarios de cualquier ramo que, como dependientes de la Contrata, intervengan en las obras y, en ausencia de ellos, las depositadas en la residencia, designada como oficial, de ía Contrata en los documentos del Proyecto, aún en ausencia o negativa de recibo por parte de los dependientes de la Contrata.

#### ***17.24.3 Reclamaciones contra las ordenes de dirección***

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero Director, sólo podrá presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes; contra disposiciones de orden técnico o facultativo del ingeniero Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en toda caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

#### ***17.24.4 Despido por insubordinación, Incapacidad y Mala Fe.***

Por falta del cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Director o sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras; por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Ingeniero Director lo reclame.

#### ***17.24.5 Copia de los Documentos***

El Contratista tiene derecho a sacar copia a su costa, de los Pliegos de Condiciones, presupuestos y demás documentos de la Contrata. El Ingeniero Director de la Obra, si el Contratista solicita éstos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

#### ***17.24.6 Trabajos. Materiales y Medios Auxiliares.***

##### ***17.24.6.1 Libro de Órdenes***

En la casilla y oficina de la obra, tendrá el Contratista el Libro de Ordenes, en el que se *anotarán* las que el Ingeniero Director de Obra precise dar en el transcurso de la misma.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es tan obligatorio para el Contratista como las que figuran en el Pliego de Condiciones.

##### ***17.24.6.2 Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución***

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación; previamente se habrá suscrito el acta de replanteo de las condiciones establecidas en el artículo 16.

El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días de la fecha de adjudicación. Dará cuenta al Ingeniero Director, mediante oficio, del día en que se propone iniciar los trabajos, debiendo éste dar acuse de recibo.

Las obras quedarán terminadas dentro del plazo de ejecución fijado en la Memoria.

El Contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto se dispone en la Reglamentación Oficial de Trabajo.

##### ***17.24.6.3 Condiciones generales de ejecución de los trabajos.***

El Contratista, como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales de índole Técnica" del "Pliego de Condiciones Varias de la Edificación" y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho Documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que, en éstos puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el Ingeniero Director o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan

sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extiende y abonan a buena cuenta.

#### *17.24.6.4 Trabajos defectuosos.*

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el ingeniero Director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos y antes de verificarse a la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata.

#### *17.24.6.5 Obras y Vicios Ocultos*

Si el Ingeniero Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de la demolición y de la reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente; en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

#### *17.24.6.6 Materiales no utilizables o Defectuosos*

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los aparatos sin que antes sean examinados y aceptados por el ingeniero Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc. antes indicados serán a cargo del Contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos, o a falta de éstos, a las órdenes del Ingeniero Director.

#### *17.24.6.7 Medios Auxiliares*

Es obligación de la Contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras aún cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación lo disponga el Ingeniero Director y dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista, las máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo, por tanto, al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Serán asimismo de cuenta del Contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc. y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

### **17.25 Recepción y Liquidación**

#### *17.25.1 Recepciones Provisionales*

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del Propietario, del Ingeniero Director de la Obra y del Contratista o su representante debidamente autorizado.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por recibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, previamente acordado por ambas partes.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Ingeniero Director debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Después de realizar un escrupuloso reconocimiento y si la obra estuviese conforme con las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la propiedad y la otra se entregará al Contratista.

### ***17.25.2 Plazo de Garantía***

Desde la fecha en que la recepción provisional quede hecha, comienza a contarse el plazo de garantía. Durante este período, el Contratista se hará cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

### ***17.25.3 Conservación de Trabajos recibidos provisionalmente***

Si el Contratista siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario, procederá a disponer todo lo que se precise para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuere menester para su buena conservación, abandonándose todo aquello por cuenta de la Contrata. Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de rescisión de contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del mismo corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuere preciso realizar.

En todo caso, ocupando o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas El Contratista se obliga a destinar a su costa a un vigilante de las obras que prestará servicio de acuerdo con las órdenes recibidas de la Dirección facultativa.

### ***17.25.3 Recepción Definitiva***

Terminado el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica; en caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Ingeniero Director de la Obra, y dentro de! plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinan en este Pliego.

Si el nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la Contrata con pérdida de la fianza, a no ser que la propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

#### ***17.25.4 Liquidación Final***

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por la Dirección Técnica con sus precios. De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad propietaria con el visto bueno del Ingeniero Director.

#### ***17.25.5 Liquidación en caso de Rescisión***

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

#### ***17.25.6 Facultades de la Dirección de Obra***

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Ingeniero Director, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen bien por sí o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto específicamente en el "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación", sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de los edificios y obras anejas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Contratista, si considera que, el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra

## **17.26 PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA**

### ***17.26.1 Base Fundamental***

Como base fundamental de estas "Condiciones Generales de índole Económica", se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que éstos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

### ***17.26.2 Garantías de cumplimiento y Fianzas***

El Ingeniero Director podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancadas o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

### ***17.26.3 Fianzas***

Se podrá exigir al Contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

### ***17.26.4 Ejecución de los trabajos con Cargo a la Fianza***

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

### ***17.26.5 Devolución de la Fianza***

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado' por medio de certificado del Alcalde del Distrito Municipal en cuyo término se halla emplazada la obra contratada, de que no existe reclamación alguna contra él por los daños y perjuicios que sean de cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.



## ***17.27 Precios y Revisiones***

### ***17.27.1 Precios Contradictorios***

Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma:

El Adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma el precio que a su juicio debe aplicarse a la nueva unidad, estudiando la Dirección técnica el que, según su criterio, deba utilizarse.

Si ambos son coincidentes se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio,

Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, el Director propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto.

La fijación del precio contradictorio habrá de preceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle el Sr. Director y a concluirla a satisfacción de éste.

### ***17.27.2 Reclamaciones de Aumento de Precios***

Si el Contratista, antes de la firma del Contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión de contrato, señalados en los documentos relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de índole Facultativa", sino en el caso de que el Ingeniero Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación. Las equivocaciones materiales no

alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

### ***17.27.3 Revisión de Precios***

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transporte, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en el mercado.

Por ello y en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitarla del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta, aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que se intervenga el elemento cuyo precio en el mercado y por causa justificada, especificándose y acordándose, también previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará la cuenta y cuando así proceda, el acopio de materiales de obra, en el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el propietario.

Si el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc., que el Contratista desea percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transporte, etc., a precios inferiores a los pedidos por el Contratista, en cuyo caso lógico y natural, se tendrán en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transportes, etc. adquiridos por el Contratista merced a la información del propietario.

Cuando el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc. concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

#### ***17.27.4 Elementos Comprendidos en el Presupuesto***

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación y transporte del material, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como toda suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Provincia o Municipio.

Por esta razón no se abonará al Contratista cantidad alguna por dichos conceptos.

En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente terminada y en disposición de recibirse.

#### ***17.27.5 Valoración de y Abono de los Trabajos***

##### ***17.27.5.1 Valoración de la Obra***

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra, el precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y descontando al tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el Contratista.

##### ***17.27.5.2 Medidas parciales y Finales***

Las medidas parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del Contratista.

En el acta que se extienda, de haberse verificado la medición y en los documentos que le acompañan deberá aparecer la confirmación del Contratista o de su representación legal. En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

##### ***17.27.5.3 Equivocaciones en el Presupuesto***

Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna

en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna, si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

#### *17.27.5.4 Valoración de Obras completas*

Cuando por consecuencia de rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

#### *17.27.5.5 Carácter provisional de liquidaciones parciales*

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden. La propiedad se reserva en todo momento y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la Obra, a cuyo efecto deberá presentar dicho Contratista los comprobantes que exijan.

#### *17.25.5.6 Pagos*

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá precisamente al de las Certificaciones de obra expedidas por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

#### *17.25.6.7 Suspensión por retraso de los Trabajos*

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutados a menor ritmo del que les corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

#### *17.25.6.8 Indemnización por retraso de los Trabajos*

El importe de la indemnización que deberá abonar el Contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será el importe de la suma de perjuicios materiales causados por la imposibilidad de ocupación de la instalación, debidamente justificados.

#### *17.25.6.9 Indemnización de Daños de causa mayor al contratista*

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, averías o perjuicio ocasionados en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:

- 1-Los incendios causados por electricidad atmosférica.
- 2-Los daños producidos por terremotos y maremotos, así como los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos superiores a las que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que el Contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.
- 3- Los que provengan de movimientos de terreno en que estén construidas las obras.
- 4- Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.

La indemnización se referirá, exclusivamente, al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc., propiedad de la Contrata.

#### *17.25.6.10 Mejoras de Obras*

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratos, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

#### *17.25.6.11 Seguros de los trabajos*

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en todo momento, con el valor que tenga la Contrata, los objetos asegurados.

El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del propietario, para que, con cargo a ella, se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la

construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecha en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de la fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que le hubiese abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños

causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

En las obras de reforma o reparación se fijará previamente la proporción de edificio que se debe asegurar y su cuantía, y si nada se previese, se entenderá que el seguro ha de comprender toda parte de edificio afectado por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el Contratista antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.



## **Conclusión**

El proyecto de la Central Hidráulica, situada en la localidad de Lakuntza, es un documento que define los diferentes procesos y aspectos para la realización de este P.F.C. Comenzando desde una previa documentación, contactando con los diferentes fabricantes de los elementos que se detallan y siguiendo con los cálculos realizados, gracias a los conocimientos adquiridos durante la Diplomatura y consultas realizadas a diferentes libros y documentos, se ha llegado a realizar este trabajo. No han sido menos laboriosas las horas utilizadas para la realización de los planos que reflejan gráficamente el sentido de los cálculos y documentos descritos. Gracias a este trabajo, se ha podido definir uno de los aspectos mas importantes para la realización de la misma, es decir, un proyecto que previamente parecía ser no muy rentable, ha resultado ser rentable, teniendo en cuenta de que de los 58 años de explotación adjudicados, en solo 19 se rentabilizaría la instalación de la Central.

Otro de las razones mas importantes para realizar este proyecto ha sido la necesidad de demostrar que en estos tiempos de tanto consumo de energía eléctrica, las energías renovables siguen siendo uno de los sectores mas importantes a explotar tanto desde el punto de vista económico como desde el punto de vista del desarrollo tecnológico.

Por último decir, que este proyecto ha sido un paso académico muy importante, ya que me ha enseñado la magnitud que puede llegar a abarcar un proyecto fuera del ambiente de la universidad. Para concluir señalar que desde un punto de vista económico me ha facilitado la valoración de los elementos que se utilizan en la instalación, es decir, me ha enseñado a valorar que los precios de los elementos no son nada despreciables, percibiendo así que un poco de Ingeniería, puede generar el ahorro económico y el ahorro de muchos quebraderos de cabeza en un futuro.

Lizarraga Andueza Xabier.

19-07-2012



## **BIBLIOGRAFIA UTILIZADA, NORMAS CONSULTIVAS Y DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO**

- CENTRALES HIDROELÉCTRICAS. S.Rojas Rodríguez, V Martín Tejeda. Universidad de Extremadura 1997.
- ELEMENTOS DE HIDRAULICA. Rubio Sanjuan. Ed. Labor, 1966.
- CENTRALES HIDROELÉCTRICAS. Su estudio, montaje, regulación y ensayo. Gaudenio Zoppetti Júgez. Editorial Gustavo Gili S.A. 1969.
- MECÁNICA DE FLUIDOS Y MÁQUINAS HIDRÁULICAS. Claudio Mataix. Ediciones DOSSAT-2000.
- GUÍA METODOLÓGICA DE EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL EN PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS. ESMA, 2006.
- INSTALACIONES ELECTRICAS. McGraw Hill, 2007.
- REGLAMENTO SOBRE CENTRALES ELÉCTRICAS SUBESTACIONES Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN (RCE). Ministerio de Industria y Energía.
- REGLAMENTO ELECTROTRÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN (RBT). Ministerio de Industria y Energía.
- ACERO PARA ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN. VALORES ESTÁTICOS. ESTRUCTURAS ELEMENTALES. ENSIDESA, MANUAL TOMO-1, 1990.
- PRONTUARIO ENSIDESA. MANUAL PARA EL CÁLCULO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS. ENSIDESA 1999.
- HIDRÁULICA. Samuel Trueba Coronel. C.E.C.S.A. Compañía Editorial Continental, S.A, México 1980.
- TURBO MAQUINAS HIDRÁULICAS. TURBINA HIDRÁULICAS, BOMBAS Y VENTILADORES. 2 Edición revisado y corregido. Claudio Mataix. Universidad Pontificada Comillas 2008.

ISBN: 978-84-8468-252-3

- MAQUINAS ELÉCTRICAS. Sexta Edición. Jesus Fraile Mora. Mc Graw Hill. 2008 España.  
  
ISBN: 978-84-481-6112-5
- LÍNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA. Luis Mario Checo. 3 ra edición. Boixaren Editores. 1988. España.  
  
ISBN: 84-267-0684-3
- CENTRALES HIDRÁULICAS. CONCEPTOS Y COMPONENTES HIDRÁULICOS. Editorial Paraninfo. Grupo de formación de empresas eléctricas.  
  
ISBN=84-283-2069-1
- Ley 82/1980, de 30 de Diciembre, sobre conservación de Energía.
- Orden Foral 276/1990, de 15 de Mayo, del Consejero de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente, por la que se determina el contenido del proyecto técnico para la instalación o ampliación de actividades clasificadas.
- Orden Foral 400/1991, de 23 de Mayo, del Consejero de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente, por la que se especifican los caudales de referencia para determinados tramos de los ríos de Navarra, en relación con los caudales mínimos a respetar y los caudales máximos de concesión, en el funcionamiento de pequeñas centrales hidroeléctricas.
- Decreto Foral 229/1993, de 19 de Julio por el que se regulan los Estudios sobre Afecciones Medioambientales de los planes y proyectos de obras a realizar en el medio natural.
- Decreto Foral 32/1990, de 15 de Febrero por el que se aprueba el Reglamento de Control de Actividades Clasificadas para la Protección del Medio Ambiente.
- Decreto Foral 304/2001, del 22 de Octubre por el que se modifican determinados artículos del Decreto Foral 32/1990, de aprobación del Reglamento de Control de Actividades Clasificadas para la Protección del Medio Ambiente.
- Real Decreto 2.177/1996, de 4 de Octubre por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación “NBE-CPI/96: Condiciones de protección Contra Incendios en los Edificios”.
- Real Decreto 786/2.001 de 6 de Julio por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales.

- Norma UNE-EN 61116. Guía para el equipamiento de pequeños aprovechamientos hidroeléctricos. AENOR, 1997.



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación: INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELECTRICO

Título del proyecto: GENERACIÓN ELÉCTRICA EN UNA MINICENTRAL DE  
LAKUNTZA

ANEXO 1:Topografia

Xabier Lizarraga Andueza

Blas Hermoso Alameda

Justo García Ortega

Pamplona, 19 de Julio de 2012

Numero	Nivel	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Codigo
1	0	579106.326	753056.335	479.21	CT
2	0	579117.42	753060.143	479.1	CT
3	0	579123.618	753062.172	478.97	CT
4	0	579136.578	753066.414	478.89	CT
5	0	579147.893	753070.888	478.67	CT
6	0	579159.01	753075.284	478.6	CT
7	0	579179.709	753081.466	478.38	CT
8	0	579209.89	753089.303	476.862	CT
9	0	579219.282	753091.156	476.975	CT
10	0	579238.147	753094.879	477.206	CT
11	0	579262.416	753098.388	477.86	CT
12	0	579275.465	753098.89	477.59	CT
13	0	579285.82	753099.288	477.389	CT
14	0	579310.943	753101.752	477.227	CT
15	0	579331.12	753101.61	476.679	CT
16	0	579352.454	753101.013	476.43	CT
17	0	579369.799	753101.449	476.082	CT
18	0	579383.289	753099.756	476.59	CT
19	0	579397.437	753099.284	476.76	CT
20	0	579411.585	753098.812	476.48	CT
21	0	579422.917	753097.833	476.89	CT
22	0	579434.222	753096.452	477.11	CT
23	0	579438.705	753095.906	477.15	CT
24	0	579449.337	753095.777	477.26	CT
25	0	579454.636	753096.744	477.69	CT
26	0	579463.764	753099.656	477.87	CT
27	0	579477.289	753105.37	477.89	CT
28	0	579490.815	753111.083	477.98	CT
29	0	579502.132	753114.864	478.19	CT

30	0	579513.452	753118.634	478.29	CT
31	0	579527.775	753123.029	478.32	CT
32	0	579542.22	753127.129	478.06	CT
33	0	579551.18	753129.016	477.69	CT
34	0	579565.292	753127.867	477.32	CT
35	0	579565.135	753130.936	477.56	CT
36	0	579551.389	753132.056	478.02	CT
37	0	579545.821	753131.298	477.84	CT
38	0	579536.862	753128.77	478.03	CT
39	0	579527.903	753126.292	478.67	CT
40	0	579519.805	753123.815	479.05	CT
41	0	579512.651	753121.648	479.26	CT
42	0	579503.577	753118.837	479.68	CT
43	0	579493.686	753115.12	479.89	CT
44	0	579481.708	753110.225	478.89	CT
45	0	579474.704	753107.614	478.56	CT
46	0	579468.892	753104.99	478.35	CT
47	0	579462.298	753102.477	477.56	CT
48	0	579457.379	753100.858	477.32	CT
49	0	579452.797	753099.462	477.16	CT
50	0	579446.49	753098.533	477.69	CT
51	0	579439.315	753098.877	477.99	CT
52	0	579430.027	753099.858	477.26	CT
53	0	579421.476	753100.889	477.69	CT
54	0	579411.116	753101.825	477.06	CT
55	0	579401.675	753102.195	477.26	CT
56	0	579390.383	753102.442	477.03	CT
57	0	579381.922	753102.791	476.96	CT
58	0	579368.987	753104.461	476.59	CT
59	0	579360.343	753104.153	477.19	CT

60	0	579354.406	753103.712	477.56	CT
61	0	579341.445	753104.396	477.69	CT
62	0	579326.227	753104.521	476.87	CT
63	0	579309.503	753104.925	476.87	CT
64	0	579291.161	753102.5	477.87	CT
65	0	579271.855	753101.471	477.26	CT
66	0	579258.984	753100.625	478.11	CT
67	0	579240.864	753097.918	478.22	CT
68	0	579224.946	753095.55	477.87	CT
69	0	579212.244	753092.674	476.97	CT
70	0	579189.721	753087.429	478.2	CT
71	0	579170.084	753081.837	478.38	CT
72	0	579158.389	753077.801	478.6	CT
73	0	579148.608	753074.615	478.67	CT
74	0	579137.55	753070.366	478.89	CT
75	0	579123.132	753065.284	478.97	CT
76	0	579114.457	753062.314	479.1	CT
77	0	579108.015	753060.22	479.2	CT
78	0	579110.986	753067.704	476.56	C-PRESA
79	0	579069.721	753059.589	476.58	C-PRESA
80	0	579069.299	753060.899	474.8	P-PRESA
81	0	579111.516	753069.336	474.8	P-PRESA
82	0	579066.09	753070.866	474.7	O-RIO
83	0	579064.649	753079.72	474.5	O-RIO
84	0	579065.723	753085.679	474.45	O-RIO
85	0	579064.158	753098.478	474.4	O-RIO
86	0	579058.743	753130.324	474.7	O-RIO
87	0	579053.698	753156.601	474.1	O-RIO
88	0	579052.648	753179.362	473.5	O-RIO
89	0	579113.026	753073.983	474.7	O-RIO

90	0	579111.444	753082.29	474.6	O-RIO
91	0	579107.796	753082.608	474.55	O-RIO
92	0	579099.654	753080.82	474.35	O-RIO
93	0	579091.154	753082.175	474.39	O-RIO
94	0	579085.873	753083.387	474.38	O-RIO
95	0	579082.148	753088.124	474.38	O-RIO
96	0	579077.219	753106.966	474.3	O-RIO
97	0	579076.899	753134.762	474.2	O-RIO
98	0	579075.489	753158.516	474.15	O-RIO
99	0	579077.527	753177.461	474.33	O-RIO
100	0	579070.551	753057.01	477.80	O-RIO
101	0	579077.655	753044.845	477.80	O-RIO
102	0	579075.966	753029.184	478.10	O-RIO
103	0	579103.48	753049.854	477.9	O-RIO
104	0	579099.946	753030.478	478.0	O-RIO





## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación: INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELECTRICO

Título del proyecto: GENERACIÓN ELÉCTRICA EN UNA MINICENTRAL DE  
LAKUNTZA

Anexos 2 CAUDALES

Xabier Lizarraga Andueza

Blas Hermoso Alameda

Justo García Ortega

Pamplona, 19 de Julio de 2012

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
11-may-1989	4,821
12-may-1989	4,821
13-may-1989	4,821
14-may-1989	4,821
15-may-1989	4,821
16-may-1989	4,821
17-may-1989	4,821
18-may-1989	4,821
19-may-1989	4,821
20-may-1989	5,088
21-may-1989	5,088
22-may-1989	5,088
23-may-1989	5,363
24-may-1989	5,645
25-may-1989	6,232
26-may-1989	6,232
27-may-1989	6,536
28-may-1989	6,232
29-may-1989	6,232
30-may-1989	6,536
31-may-1989	5,363
1-jun-1989	5,088
2-jun-1989	4,821
3-jun-1989	5,088
4-jun-1989	5,645
5-jun-1989	6,232
6-jun-1989	6,232
7-jun-1989	6,232
8-jun-1989	6,847
9-jun-1989	7,163
10-jun-1989	6,232
11-jun-1989	5,363
12-jun-1989	6,536
13-jun-1989	7,163
14-jun-1989	7,484
15-jun-1989	6,532
16-jun-1989	5,369
17-jun-1989	4,998
18-jun-1989	2,178
19-jun-1989	1,754
20-jun-1989	1,223
21-jun-1989	0,964
22-jun-1989	1,114
23-jun-1989	1,236
24-jun-1989	1,362
25-jun-1989	0,983
26-jun-1989	0,698
27-jun-1989	0,629
28-jun-1989	2,107

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
29-jun-1989	1,669
30-jun-1989	1,073
1-jul-1989	0,790
2-jul-1989	0,629
3-jul-1989	0,557
4-jul-1989	0,557
5-jul-1989	0,428
6-jul-1989	0,370
7-jul-1989	0,370
8-jul-1989	0,318
9-jul-1989	0,878
10-jul-1989	0,629
11-jul-1989	0,490
12-jul-1989	0,370
13-jul-1989	0,271
14-jul-1989	0,228
15-jul-1989	0,271
16-jul-1989	0,271
17-jul-1989	0,228
18-jul-1989	0,228
19-jul-1989	0,228
20-jul-1989	0,228
21-jul-1989	0,318
22-jul-1989	0,318
23-jul-1989	0,318
24-jul-1989	0,318
25-jul-1989	0,318
26-jul-1989	0,318
27-jul-1989	0,318
28-jul-1989	0,318
29-jul-1989	0,318
30-jul-1989	0,318
31-jul-1989	0,318
1-ago-1989	0,370
2-ago-1989	0,228
3-ago-1989	0,228
4-ago-1989	0,189
5-ago-1989	1,180
6-ago-1989	0,629
7-ago-1989	0,490
8-ago-1989	0,490
9-ago-1989	0,318
10-ago-1989	0,370
11-ago-1989	0,318
12-ago-1989	0,318
13-ago-1989	0,318
14-ago-1989	0,271
15-ago-1989	0,228
16-ago-1989	0,155
17-ago-1989	0,155
18-ago-1989	0,155

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
19-ago-1989	0,155
20-ago-1989	0,155
21-ago-1989	0,189
22-ago-1989	0,318
23-ago-1989	0,370
24-ago-1989	0,318
25-ago-1989	0,228
26-ago-1989	0,228
27-ago-1989	0,189
28-ago-1989	0,155
29-ago-1989	0,228
30-ago-1989	0,228
31-ago-1989	0,228
1-sep-1989	0,228
2-sep-1989	0,271
3-sep-1989	0,228
4-sep-1989	0,271
5-sep-1989	0,271
6-sep-1989	0,189
7-sep-1989	0,189
8-sep-1989	0,155
9-sep-1989	0,189
10-sep-1989	0,228
11-sep-1989	0,271
12-sep-1989	0,318
13-sep-1989	0,228
14-sep-1989	0,271
15-sep-1989	0,790
16-sep-1989	0,878
17-sep-1989	0,557
18-sep-1989	0,370
19-sep-1989	0,490
20-sep-1989	0,228
21-sep-1989	0,271
22-sep-1989	0,189
23-sep-1989	0,189
24-sep-1989	0,189
25-sep-1989	0,155
26-sep-1989	0,155
27-sep-1989	0,318
28-sep-1989	0,228
29-sep-1989	0,318
30-sep-1989	0,318
1-oct-1989	0,189
2-oct-1989	0,189
3-oct-1989	0,189
4-oct-1989	0,155
5-oct-1989	0,155
6-oct-1989	0,155
7-oct-1989	0,155
8-oct-1989	0,189

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
9-oct-1989	0,707
10-oct-1989	0,557
11-oct-1989	0,707
12-oct-1989	0,790
13-oct-1989	0,629
14-oct-1989	0,490
15-oct-1989	0,370
16-oct-1989	0,370
17-oct-1989	0,318
18-oct-1989	0,318
19-oct-1989	0,318
20-oct-1989	0,318
21-oct-1989	0,318
22-oct-1989	0,318
23-oct-1989	0,318
24-oct-1989	0,318
25-oct-1989	0,318
26-oct-1989	0,318
27-oct-1989	0,228
28-oct-1989	0,428
29-oct-1989	0,490
30-oct-1989	0,428
31-oct-1989	0,428
1-nov-1989	0,370
2-nov-1989	0,318
3-nov-1989	0,271
4-nov-1989	0,428
5-nov-1989	2,612
6-nov-1989	21,990
7-nov-1989	21,990
8-nov-1989	13,394
9-nov-1989	8,802
10-nov-1989	6,536
11-nov-1989	4,563
12-nov-1989	3,396
13-nov-1989	2,436
14-nov-1989	1,954
15-nov-1989	1,669
16-nov-1989	1,411
17-nov-1989	1,292
18-nov-1989	1,180
19-nov-1989	1,073
20-nov-1989	1,073
21-nov-1989	2,268
22-nov-1989	1,954
23-nov-1989	1,669
24-nov-1989	1,411
25-nov-1989	1,411
26-nov-1989	1,292
27-nov-1989	1,180
28-nov-1989	1,292

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
29-nov-1989	1,292
30-nov-1989	1,292
1-dic-1989	1,180
2-dic-1989	1,073
3-dic-1989	1,073
4-dic-1989	0,878
5-dic-1989	0,878
6-dic-1989	0,790
7-dic-1989	0,790
8-dic-1989	0,790
9-dic-1989	0,707
10-dic-1989	0,629
11-dic-1989	0,629
12-dic-1989	0,557
13-dic-1989	0,629
14-dic-1989	0,629
15-dic-1989	0,707
16-dic-1989	0,707
17-dic-1989	0,629
18-dic-1989	0,629
19-dic-1989	0,790
20-dic-1989	1,073
21-dic-1989	1,073
22-dic-1989	0,973
23-dic-1989	1,808
24-dic-1989	2,436
25-dic-1989	1,808
26-dic-1989	1,537
27-dic-1989	3,188
28-dic-1989	3,188
29-dic-1989	2,988
30-dic-1989	2,436
31-dic-1989	1,954
1-ene-1990	1,808
2-ene-1990	1,537
3-ene-1990	1,537
4-ene-1990	1,669
5-ene-1990	1,669
6-ene-1990	1,537
7-ene-1990	1,411
8-ene-1990	4,071
9-ene-1990	5,363
10-ene-1990	4,313
11-ene-1990	3,188
12-ene-1990	2,796
13-ene-1990	2,436
14-ene-1990	2,107
15-ene-1990	2,268
16-ene-1990	5,645
17-ene-1990	4,071
18-ene-1990	39,823

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
19-ene-1990	31,582
20-ene-1990	10,528
21-ene-1990	6,847
22-ene-1990	5,088
23-ene-1990	4,071
24-ene-1990	3,613
25-ene-1990	3,188
26-ene-1990	2,796
27-ene-1990	2,988
28-ene-1990	3,838
29-ene-1990	5,088
30-ene-1990	4,071
31-ene-1990	3,396
1-feb-1990	3,396
2-feb-1990	3,188
3-feb-1990	2,796
4-feb-1990	2,796
5-feb-1990	2,436
6-feb-1990	2,268
7-feb-1990	2,268
8-feb-1990	2,107
9-feb-1990	1,954
10-feb-1990	1,808
11-feb-1990	1,669
12-feb-1990	8,469
13-feb-1990	34,278
14-feb-1990	16,669
15-feb-1990	9,794
16-feb-1990	6,847
17-feb-1990	5,088
18-feb-1990	4,313
19-feb-1990	3,613
20-feb-1990	3,188
21-feb-1990	2,796
22-feb-1990	2,436
23-feb-1990	2,268
24-feb-1990	2,268
25-feb-1990	2,268
26-feb-1990	2,107
27-feb-1990	1,954
28-feb-1990	1,808
1-mar-1990	1,669
2-mar-1990	2,796
3-mar-1990	5,645
4-mar-1990	3,188
5-mar-1990	2,796
6-mar-1990	2,612
7-mar-1990	2,436
8-mar-1990	2,268
9-mar-1990	2,436
10-mar-1990	4,071

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
11-mar-1990	2,988
12-mar-1990	2,612
13-mar-1990	2,268
14-mar-1990	2,268
15-mar-1990	1,954
16-mar-1990	1,808
17-mar-1990	1,669
18-mar-1990	1,537
19-mar-1990	1,537
20-mar-1990	1,537
21-mar-1990	1,411
22-mar-1990	1,411
23-mar-1990	1,411
24-mar-1990	1,669
25-mar-1990	1,808
26-mar-1990	2,796
27-mar-1990	4,071
28-mar-1990	3,188
29-mar-1990	2,612
30-mar-1990	2,436
31-mar-1990	2,107
1-abr-1990	2,107
2-abr-1990	2,107
3-abr-1990	2,436
4-abr-1990	5,088
5-abr-1990	6,232
6-abr-1990	15,850
7-abr-1990	11,756
8-abr-1990	8,138
9-abr-1990	12,166
10-abr-1990	18,306
11-abr-1990	36,332
12-abr-1990	33,982
13-abr-1990	21,581
14-abr-1990	21,172
15-abr-1990	28,474
16-abr-1990	29,735
17-abr-1990	18,716
18-abr-1990	24,447
19-abr-1990	75,545
20-abr-1990	111,480
21-abr-1990	40,698
22-abr-1990	21,990
23-abr-1990	40,406
24-abr-1990	44,846
25-abr-1990	37,207
26-abr-1990	21,172
27-abr-1990	14,213
28-abr-1990	9,794
29-abr-1990	7,484
30-abr-1990	5,935

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
1-may-1990	4,821
2-may-1990	4,071
3-may-1990	3,396
4-may-1990	2,796
5-may-1990	4,563
6-may-1990	4,071
7-may-1990	3,613
8-may-1990	5,088
9-may-1990	4,563
10-may-1990	5,088
11-may-1990	4,313
12-may-1990	3,613
13-may-1990	3,838
14-may-1990	3,613
15-may-1990	3,188
16-may-1990	2,796
17-may-1990	2,612
18-may-1990	3,188
19-may-1990	4,313
20-may-1990	7,484
21-may-1990	7,809
22-may-1990	6,847
23-may-1990	6,232
24-may-1990	6,232
25-may-1990	5,645
26-may-1990	4,563
27-may-1990	3,838
28-may-1990	3,396
29-may-1990	2,988
30-may-1990	2,796
31-may-1990	2,436
1-jun-1990	2,268
2-jun-1990	2,107
3-jun-1990	2,107
4-jun-1990	1,954
5-jun-1990	1,808
6-jun-1990	2,107
7-jun-1990	2,107
8-jun-1990	1,808
9-jun-1990	1,537
10-jun-1990	1,537
11-jun-1990	1,411
12-jun-1990	1,537
13-jun-1990	1,537
14-jun-1990	1,669
15-jun-1990	3,188
16-jun-1990	2,268
17-jun-1990	3,613
18-jun-1990	3,613
19-jun-1990	2,612
20-jun-1990	4,071

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
21-jun-1990	3,838
22-jun-1990	2,612
23-jun-1990	2,436
24-jun-1990	1,954
25-jun-1990	1,669
26-jun-1990	1,537
27-jun-1990	1,411
28-jun-1990	1,411
29-jun-1990	1,292
30-jun-1990	1,180
1-jul-1990	1,292
2-jul-1990	1,180
3-jul-1990	1,180
4-jul-1990	1,180
5-jul-1990	1,073
6-jul-1990	1,073
7-jul-1990	1,073
8-jul-1990	1,073
9-jul-1990	1,073
10-jul-1990	1,073
11-jul-1990	0,878
12-jul-1990	0,878
13-jul-1990	0,707
14-jul-1990	0,428
15-jul-1990	0,490
16-jul-1990	0,490
17-jul-1990	0,428
18-jul-1990	0,428
19-jul-1990	0,370
20-jul-1990	0,318
21-jul-1990	0,318
22-jul-1990	0,318
23-jul-1990	0,271
24-jul-1990	0,490
25-jul-1990	0,707
26-jul-1990	0,428
27-jul-1990	0,318
28-jul-1990	0,318
29-jul-1990	0,490
30-jul-1990	0,629
31-jul-1990	0,318
1-ago-1990	0,271
2-ago-1990	0,271
3-ago-1990	0,271
4-ago-1990	0,228
5-ago-1990	0,155
6-ago-1990	0,098
7-ago-1990	0,098
8-ago-1990	0,098
9-ago-1990	0,098
10-ago-1990	0,098

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
11-ago-1990	0,098
12-ago-1990	0,098
13-ago-1990	0,098
14-ago-1990	0,125
15-ago-1990	0,228
16-ago-1990	0,228
17-ago-1990	0,155
18-ago-1990	0,125
19-ago-1990	0,098
20-ago-1990	0,098
21-ago-1990	0,098
22-ago-1990	0,098
23-ago-1990	0,098
24-ago-1990	0,098
25-ago-1990	0,098
26-ago-1990	0,125
27-ago-1990	0,189
28-ago-1990	0,098
29-ago-1990	0,098
30-ago-1990	0,125
31-ago-1990	0,271
1-sep-1990	0,557
2-sep-1990	0,271
3-sep-1990	0,189
4-sep-1990	0,189
5-sep-1990	0,155
6-sep-1990	0,125
7-sep-1990	0,125
8-sep-1990	0,125
9-sep-1990	0,125
10-sep-1990	0,098
11-sep-1990	0,155
12-sep-1990	0,228
13-sep-1990	0,098
14-sep-1990	0,098
15-sep-1990	0,098
16-sep-1990	0,125
17-sep-1990	0,098
18-sep-1990	0,098
19-sep-1990	0,125
20-sep-1990	0,098
21-sep-1990	0,155
22-sep-1990	0,189
23-sep-1990	0,155
24-sep-1990	0,271
25-sep-1990	0,228
26-sep-1990	0,228
27-sep-1990	0,155
28-sep-1990	0,155
29-sep-1990	0,155
30-sep-1990	0,189

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
1-oct-1990	0,189
2-oct-1990	0,271
3-oct-1990	0,228
4-oct-1990	0,228
5-oct-1990	0,228
6-oct-1990	0,370
7-oct-1990	0,318
8-oct-1990	0,318
9-oct-1990	0,707
10-oct-1990	0,790
11-oct-1990	0,557
12-oct-1990	0,490
13-oct-1990	0,370
14-oct-1990	0,318
15-oct-1990	0,271
16-oct-1990	0,155
17-oct-1990	0,228
18-oct-1990	0,228
19-oct-1990	0,189
20-oct-1990	0,189
21-oct-1990	0,228
22-oct-1990	0,318
23-oct-1990	0,428
24-oct-1990	0,428
25-oct-1990	0,370
26-oct-1990	0,370
27-oct-1990	0,271
28-oct-1990	0,557
29-oct-1990	7,163
30-oct-1990	7,809
31-oct-1990	2,988
1-nov-1990	3,838
2-nov-1990	3,188
3-nov-1990	2,436
4-nov-1990	3,838
5-nov-1990	3,396
6-nov-1990	2,107
7-nov-1990	1,537
8-nov-1990	1,411
9-nov-1990	1,954
10-nov-1990	1,954
11-nov-1990	2,268
12-nov-1990	2,268
13-nov-1990	1,669
14-nov-1990	1,292
15-nov-1990	1,292
16-nov-1990	1,292
17-nov-1990	1,180
18-nov-1990	1,180
19-nov-1990	1,073
20-nov-1990	1,411

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
21-nov-1990	1,669
22-nov-1990	5,363
23-nov-1990	3,613
24-nov-1990	8,138
25-nov-1990	13,394
26-nov-1990	7,484
27-nov-1990	8,469
28-nov-1990	14,213
29-nov-1990	12,575
30-nov-1990	10,528
1-dic-1990	7,163
2-dic-1990	5,935
3-dic-1990	4,821
4-dic-1990	4,071
5-dic-1990	3,613
6-dic-1990	2,988
7-dic-1990	2,612
8-dic-1990	2,436
9-dic-1990	2,612
10-dic-1990	3,188
11-dic-1990	82,655
12-dic-1990	112,288
13-dic-1990	128,836
14-dic-1990	40,115
15-dic-1990	21,172
16-dic-1990	13,803
17-dic-1990	10,119
18-dic-1990	8,138
19-dic-1990	7,163
20-dic-1990	5,935
21-dic-1990	5,088
22-dic-1990	4,821
23-dic-1990	4,313
24-dic-1990	4,071
25-dic-1990	4,071
26-dic-1990	8,469
27-dic-1990	19,944
28-dic-1990	23,219
29-dic-1990	23,219
30-dic-1990	22,400
31-dic-1990	17,078
1-ene-1991	14,622
2-ene-1991	10,938
3-ene-1991	9,134
4-ene-1991	9,134
5-ene-1991	9,134
6-ene-1991	7,484
7-ene-1991	9,466
8-ene-1991	13,803
9-ene-1991	11,756
10-ene-1991	11,347

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
11-ene-1991	9,466
12-ene-1991	19,534
13-ene-1991	31,886
14-ene-1991	24,037
15-ene-1991	15,441
16-ene-1991	11,347
17-ene-1991	9,134
18-ene-1991	8,802
19-ene-1991	10,938
20-ene-1991	12,575
21-ene-1991	9,794
22-ene-1991	8,469
23-ene-1991	7,809
24-ene-1991	6,536
25-ene-1991	5,935
26-ene-1991	5,363
27-ene-1991	4,821
28-ene-1991	4,563
29-ene-1991	4,071
30-ene-1991	3,838
31-ene-1991	3,613
1-feb-1991	3,613
2-feb-1991	3,613
3-feb-1991	3,396
4-feb-1991	3,188
5-feb-1991	3,188
6-feb-1991	2,988
7-feb-1991	3,188
8-feb-1991	3,613
9-feb-1991	3,613
10-feb-1991	4,313
11-feb-1991	4,821
12-feb-1991	4,563
13-feb-1991	4,313
14-feb-1991	5,088
15-feb-1991	5,088
16-feb-1991	5,645
17-feb-1991	11,347
18-feb-1991	13,394
19-feb-1991	12,985
20-feb-1991	10,938
21-feb-1991	9,134
22-feb-1991	8,469
23-feb-1991	7,484
24-feb-1991	6,847
25-feb-1991	6,536
26-feb-1991	6,232
27-feb-1991	5,645
28-feb-1991	5,088
1-mar-1991	5,088
2-mar-1991	4,563

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
3-mar-1991	4,563
4-mar-1991	4,071
5-mar-1991	4,313
6-mar-1991	4,821
7-mar-1991	21,172
8-mar-1991	24,037
9-mar-1991	14,622
10-mar-1991	10,528
11-mar-1991	8,469
12-mar-1991	7,484
13-mar-1991	6,536
14-mar-1991	5,935
15-mar-1991	5,088
16-mar-1991	4,821
17-mar-1991	5,363
18-mar-1991	5,935
19-mar-1991	5,088
20-mar-1991	4,563
21-mar-1991	4,563
22-mar-1991	4,563
23-mar-1991	5,645
24-mar-1991	52,499
25-mar-1991	114,749
26-mar-1991	40,115
27-mar-1991	23,628
28-mar-1991	16,669
29-mar-1991	12,985
30-mar-1991	10,528
31-mar-1991	8,469
1-abr-1991	7,163
2-abr-1991	5,935
3-abr-1991	5,363
4-abr-1991	5,088
5-abr-1991	22,400
6-abr-1991	28,474
7-abr-1991	17,897
8-abr-1991	14,622
9-abr-1991	11,756
10-abr-1991	9,134
11-abr-1991	7,163
12-abr-1991	6,232
13-abr-1991	53,183
14-abr-1991	55,290
15-abr-1991	50,824
16-abr-1991	71,535
17-abr-1991	41,576
18-abr-1991	22,809
19-abr-1991	17,078
20-abr-1991	21,581
21-abr-1991	20,353
22-abr-1991	15,031

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
23-abr-1991	12,575
24-abr-1991	10,938
25-abr-1991	12,985
26-abr-1991	53,529
27-abr-1991	38,951
28-abr-1991	26,530
29-abr-1991	21,990
30-abr-1991	17,897
1-may-1991	15,031
2-may-1991	109,882
3-may-1991	94,510
4-may-1991	36,624
5-may-1991	114,749
6-may-1991	73,507
7-may-1991	40,406
8-may-1991	29,107
9-may-1991	59,779
10-may-1991	69,627
11-may-1991	36,332
12-may-1991	21,581
13-may-1991	29,735
14-may-1991	22,809
15-may-1991	17,488
16-may-1991	15,031
17-may-1991	13,394
18-may-1991	11,347
19-may-1991	10,119
20-may-1991	9,134
21-may-1991	8,469
22-may-1991	7,484
23-may-1991	6,847
24-may-1991	6,232
25-may-1991	5,645
26-may-1991	4,821
27-may-1991	4,313
28-may-1991	4,071
29-may-1991	3,613
30-may-1991	3,613
31-may-1991	3,396
1-jun-1991	3,396
2-jun-1991	3,396
3-jun-1991	2,988
4-jun-1991	2,796
5-jun-1991	2,612
6-jun-1991	2,796
7-jun-1991	2,796
8-jun-1991	3,396
9-jun-1991	2,988
10-jun-1991	2,436
11-jun-1991	2,268
12-jun-1991	1,954

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
13-jun-1991	1,808
14-jun-1991	1,669
15-jun-1991	1,669
16-jun-1991	1,669
17-jun-1991	1,669
18-jun-1991	1,808
19-jun-1991	1,669
20-jun-1991	1,537
21-jun-1991	1,411
22-jun-1991	1,411
23-jun-1991	1,292
24-jun-1991	1,180
25-jun-1991	1,073
26-jun-1991	0,973
27-jun-1991	0,973
28-jun-1991	0,973
29-jun-1991	0,878
30-jun-1991	0,878
1-jul-1991	0,878
2-jul-1991	0,878
3-jul-1991	0,878
4-jul-1991	1,073
5-jul-1991	1,073
6-jul-1991	0,878
7-jul-1991	0,790
8-jul-1991	0,707
9-jul-1991	0,629
10-jul-1991	0,629
11-jul-1991	0,707
12-jul-1991	0,629
13-jul-1991	0,629
14-jul-1991	0,629
15-jul-1991	0,629
16-jul-1991	0,629
17-jul-1991	0,629
18-jul-1991	0,629
19-jul-1991	0,629
20-jul-1991	0,557
21-jul-1991	0,557
22-jul-1991	0,557
23-jul-1991	0,557
24-jul-1991	0,557
25-jul-1991	0,629
26-jul-1991	0,629
27-jul-1991	0,629
28-jul-1991	0,557
29-jul-1991	0,557
30-jul-1991	0,557
31-jul-1991	0,490
1-ago-1991	0,557
2-ago-1991	0,557

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
3-ago-1991	0,557
4-ago-1991	0,557
5-ago-1991	0,557
6-ago-1991	0,490
7-ago-1991	0,490
8-ago-1991	0,490
9-ago-1991	0,490
10-ago-1991	0,490
11-ago-1991	0,707
12-ago-1991	0,707
13-ago-1991	0,557
14-ago-1991	0,490
15-ago-1991	0,490
16-ago-1991	0,490
17-ago-1991	0,490
18-ago-1991	0,428
19-ago-1991	0,428
20-ago-1991	0,428
21-ago-1991	0,370
22-ago-1991	0,370
23-ago-1991	0,318
24-ago-1991	0,318
25-ago-1991	0,271
26-ago-1991	0,228
27-ago-1991	0,228
28-ago-1991	0,228
29-ago-1991	0,228
30-ago-1991	0,228
31-ago-1991	0,189
1-sep-1991	0,189
2-sep-1991	0,228
3-sep-1991	0,490
4-sep-1991	9,466
5-sep-1991	1,411
6-sep-1991	0,370
7-sep-1991	0,228
8-sep-1991	0,155
9-sep-1991	0,098
10-sep-1991	0,057
11-sep-1991	0,428
12-sep-1991	1,411
13-sep-1991	0,557
14-sep-1991	0,370
15-sep-1991	0,271
16-sep-1991	0,155
17-sep-1991	0,098
18-sep-1991	0,057
19-sep-1991	0,125
20-sep-1991	0,189
21-sep-1991	0,189
22-sep-1991	0,189

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
23-sep-1991	0,155
24-sep-1991	0,189
25-sep-1991	0,228
26-sep-1991	0,490
27-sep-1991	0,707
28-sep-1991	0,629
29-sep-1991	0,490
30-sep-1991	0,490
1-oct-1991	0,973
2-oct-1991	0,973
3-oct-1991	0,973
4-oct-1991	0,973
5-oct-1991	3,188
6-oct-1991	2,988
7-oct-1991	3,396
8-oct-1991	2,612
9-oct-1991	2,268
10-oct-1991	35,162
11-oct-1991	60,171
12-oct-1991	16,669
13-oct-1991	9,466
14-oct-1991	6,536
15-oct-1991	5,088
16-oct-1991	4,071
17-oct-1991	3,613
18-oct-1991	3,188
19-oct-1991	3,613
20-oct-1991	17,488
21-oct-1991	10,119
22-oct-1991	8,469
23-oct-1991	6,536
24-oct-1991	5,363
25-oct-1991	4,313
26-oct-1991	3,838
27-oct-1991	5,645
28-oct-1991	9,466
29-oct-1991	11,756
30-oct-1991	8,138
31-oct-1991	6,847
1-nov-1991	5,363
2-nov-1991	4,563
3-nov-1991	4,071
4-nov-1991	9,794
5-nov-1991	14,213
6-nov-1991	33,982
7-nov-1991	22,809
8-nov-1991	14,622
9-nov-1991	10,528
10-nov-1991	10,119
11-nov-1991	9,466
12-nov-1991	7,809



Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
13-nov-1991	12,985
14-nov-1991	44,846
15-nov-1991	36,332
16-nov-1991	46,063
17-nov-1991	40,990
18-nov-1991	24,856
19-nov-1991	27,833
20-nov-1991	106,757
21-nov-1991	278,401
22-nov-1991	54,579
23-nov-1991	25,867
24-nov-1991	18,306
25-nov-1991	16,259
26-nov-1991	18,716
27-nov-1991	15,441
28-nov-1991	12,985
29-nov-1991	11,347
30-nov-1991	10,938
1-dic-1991	9,794
2-dic-1991	8,469
3-dic-1991	7,484
4-dic-1991	6,232
5-dic-1991	5,363
6-dic-1991	4,821
7-dic-1991	4,563
8-dic-1991	5,363
9-dic-1991	4,821
10-dic-1991	4,563
11-dic-1991	4,313
12-dic-1991	4,071
13-dic-1991	3,613
14-dic-1991	3,396
15-dic-1991	3,396
16-dic-1991	3,613
17-dic-1991	3,613
18-dic-1991	3,396
19-dic-1991	3,613
20-dic-1991	5,935
21-dic-1991	26,530
22-dic-1991	11,756
23-dic-1991	8,138
24-dic-1991	6,536
25-dic-1991	5,935
26-dic-1991	5,363
27-dic-1991	4,821
28-dic-1991	4,313
29-dic-1991	4,071
30-dic-1991	3,613
31-dic-1991	3,396
1-ene-1992	3,396
2-ene-1992	2,988

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
3-ene-1992	2,988
4-ene-1992	2,796
5-ene-1992	2,796
6-ene-1992	2,612
7-ene-1992	2,436
8-ene-1992	2,436
9-ene-1992	2,436
10-ene-1992	2,436
11-ene-1992	2,988
12-ene-1992	2,988
13-ene-1992	2,796
14-ene-1992	2,612
15-ene-1992	2,612
16-ene-1992	2,436
17-ene-1992	2,268
18-ene-1992	2,268
19-ene-1992	2,268
20-ene-1992	2,107
21-ene-1992	3,188
22-ene-1992	4,313
23-ene-1992	3,613
24-ene-1992	3,188
25-ene-1992	3,613
26-ene-1992	4,821
27-ene-1992	5,363
28-ene-1992	4,821
29-ene-1992	4,313
30-ene-1992	4,071
31-ene-1992	3,613
1-feb-1992	3,396
2-feb-1992	3,396
3-feb-1992	3,396
4-feb-1992	3,188
5-feb-1992	2,988
6-feb-1992	2,988
7-feb-1992	2,988
8-feb-1992	2,988
9-feb-1992	2,988
10-feb-1992	2,796
11-feb-1992	2,612
12-feb-1992	2,796
13-feb-1992	6,847
14-feb-1992	10,119
15-feb-1992	7,163
16-feb-1992	5,645
17-feb-1992	4,821
18-feb-1992	4,821
19-feb-1992	4,313
20-feb-1992	4,071
21-feb-1992	3,613
22-feb-1992	3,396

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
23-feb-1992	3,188
24-feb-1992	3,188
25-feb-1992	2,988
26-feb-1992	2,988
27-feb-1992	2,796
28-feb-1992	2,796
29-feb-1992	2,436
1-mar-1992	2,436
2-mar-1992	2,268
3-mar-1992	2,268
4-mar-1992	2,268
5-mar-1992	2,268
6-mar-1992	2,268
7-mar-1992	2,107
8-mar-1992	2,107
9-mar-1992	2,107
10-mar-1992	2,107
11-mar-1992	2,107
12-mar-1992	2,107
13-mar-1992	2,268
14-mar-1992	2,107
15-mar-1992	3,613
16-mar-1992	5,363
17-mar-1992	4,313
18-mar-1992	3,613
19-mar-1992	3,188
20-mar-1992	2,988
21-mar-1992	2,796
22-mar-1992	2,612
23-mar-1992	2,612
24-mar-1992	30,972
25-mar-1992	28,474
26-mar-1992	42,164
27-mar-1992	101,516
28-mar-1992	65,557
29-mar-1992	38,079
30-mar-1992	44,846
31-mar-1992	42,164
1-abr-1992	26,200
2-abr-1992	42,164
3-abr-1992	54,226
4-abr-1992	45,149
5-abr-1992	47,926
6-abr-1992	31,582
7-abr-1992	27,186
8-abr-1992	38,660
9-abr-1992	152,088
10-abr-1992	43,646
11-abr-1992	28,474
12-abr-1992	22,809
13-abr-1992	19,125



Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
14-abr-1992	17,488
15-abr-1992	15,441
16-abr-1992	26,530
17-abr-1992	30,046
18-abr-1992	53,183
19-abr-1992	33,685
20-abr-1992	22,809
21-abr-1992	17,897
22-abr-1992	14,213
23-abr-1992	11,756
24-abr-1992	9,794
25-abr-1992	8,469
26-abr-1992	7,484
27-abr-1992	6,536
28-abr-1992	5,645
29-abr-1992	6,232
30-abr-1992	7,484
1-may-1992	7,163
2-may-1992	41,870
3-may-1992	70,098
4-may-1992	27,833
5-may-1992	17,897
6-may-1992	13,394
7-may-1992	10,528
8-may-1992	8,469
9-may-1992	7,484
10-may-1992	6,232
11-may-1992	5,645
12-may-1992	5,088
13-may-1992	4,563
14-may-1992	27,833
15-may-1992	17,897
16-may-1992	13,394
17-may-1992	10,528
18-may-1992	8,469
19-may-1992	7,484
20-may-1992	6,232
21-may-1992	5,645
22-may-1992	5,088
23-may-1992	4,563
24-may-1992	4,071
25-may-1992	3,613
26-may-1992	3,188
27-may-1992	2,988
28-may-1992	2,612
29-may-1992	2,436
30-may-1992	2,436
31-may-1992	3,188
1-jun-1992	4,313
2-jun-1992	3,188
3-jun-1992	4,821

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
4-jun-1992	3,838
5-jun-1992	5,088
6-jun-1992	4,071
7-jun-1992	2,796
8-jun-1992	3,396
9-jun-1992	5,088
10-jun-1992	3,838
11-jun-1992	2,988
12-jun-1992	2,436
13-jun-1992	2,436
14-jun-1992	3,396
15-jun-1992	2,988
16-jun-1992	2,988
17-jun-1992	5,363
18-jun-1992	4,563
19-jun-1992	3,613
20-jun-1992	2,988
21-jun-1992	2,612
22-jun-1992	2,436
23-jun-1992	26,859
24-jun-1992	91,211
25-jun-1992	22,809
26-jun-1992	13,803
27-jun-1992	9,466
28-jun-1992	6,847
29-jun-1992	5,645
30-jun-1992	4,821
1-jul-1992	4,563
2-jul-1992	4,313
3-jul-1992	3,613
4-jul-1992	2,988
5-jul-1992	2,988
6-jul-1992	12,166
7-jul-1992	12,575
8-jul-1992	8,138
9-jul-1992	6,232
10-jul-1992	5,088
11-jul-1992	4,563
12-jul-1992	3,613
13-jul-1992	3,188
14-jul-1992	2,796
15-jul-1992	2,612
16-jul-1992	2,268
17-jul-1992	2,107
18-jul-1992	1,954
19-jul-1992	1,808
20-jul-1992	1,537
21-jul-1992	1,411
22-jul-1992	1,411
23-jul-1992	1,411
24-jul-1992	1,292

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
25-jul-1992	1,180
26-jul-1992	1,180
27-jul-1992	1,180
28-jul-1992	1,073
29-jul-1992	1,073
30-jul-1992	0,973
31-jul-1992	0,973
1-ago-1992	0,973
2-ago-1992	0,878
3-ago-1992	0,878
4-ago-1992	0,973
5-ago-1992	0,878
6-ago-1992	0,878
7-ago-1992	0,790
8-ago-1992	0,878
9-ago-1992	1,537
10-ago-1992	1,411
11-ago-1992	0,973
12-ago-1992	0,878
13-ago-1992	0,790
14-ago-1992	0,707
15-ago-1992	0,629
16-ago-1992	0,629
17-ago-1992	0,629
18-ago-1992	0,557
19-ago-1992	0,557
20-ago-1992	0,629
21-ago-1992	0,629
22-ago-1992	0,707
23-ago-1992	0,629
24-ago-1992	0,428
25-ago-1992	0,271
26-ago-1992	0,271
27-ago-1992	0,228
28-ago-1992	0,228
29-ago-1992	0,318
30-ago-1992	0,370
31-ago-1992	0,557
1-sep-1992	0,629
2-sep-1992	0,629
3-sep-1992	0,490
4-sep-1992	0,428
5-sep-1992	0,370
6-sep-1992	0,370
7-sep-1992	0,370
8-sep-1992	0,370
9-sep-1992	0,318
10-sep-1992	0,228
11-sep-1992	0,228
12-sep-1992	0,228
13-sep-1992	0,189

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
14-sep-1992	0,155
15-sep-1992	0,155
16-sep-1992	0,125
17-sep-1992	0,125
18-sep-1992	0,125
19-sep-1992	0,098
20-sep-1992	0,098
21-sep-1992	0,098
22-sep-1992	0,189
23-sep-1992	0,271
24-sep-1992	0,271
25-sep-1992	0,271
26-sep-1992	0,318
27-sep-1992	0,557
28-sep-1992	5,645
29-sep-1992	3,188
30-sep-1992	1,537
1-oct-1992	1,073
2-oct-1992	0,878
3-oct-1992	0,707
4-oct-1992	30,356
5-oct-1992	172,929
6-oct-1992	451,403
7-oct-1992	97,246
8-oct-1992	25,532
9-oct-1992	15,850
10-oct-1992	13,394
11-oct-1992	19,944
12-oct-1992	14,622
13-oct-1992	9,794
14-oct-1992	7,484
15-oct-1992	5,935
16-oct-1992	5,645
17-oct-1992	24,037
18-oct-1992	14,622
19-oct-1992	10,119
20-oct-1992	7,809
21-oct-1992	7,484
22-oct-1992	8,802
23-oct-1992	100,791
24-oct-1992	132,619
25-oct-1992	36,040
26-oct-1992	21,990
27-oct-1992	15,850
28-oct-1992	12,166
29-oct-1992	16,259
30-oct-1992	85,000
31-oct-1992	69,627
1-nov-1992	27,833
2-nov-1992	28,155
3-nov-1992	25,195

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
4-nov-1992	18,716
5-nov-1992	17,488
6-nov-1992	14,213
7-nov-1992	11,347
8-nov-1992	9,466
9-nov-1992	8,138
10-nov-1992	6,847
11-nov-1992	6,232
12-nov-1992	6,536
13-nov-1992	7,809
14-nov-1992	6,232
15-nov-1992	5,645
16-nov-1992	15,031
17-nov-1992	65,122
18-nov-1992	161,055
19-nov-1992	53,876
20-nov-1992	29,107
21-nov-1992	22,809
22-nov-1992	17,078
23-nov-1992	13,394
24-nov-1992	10,528
25-nov-1992	8,802
26-nov-1992	7,484
27-nov-1992	6,847
28-nov-1992	6,232
29-nov-1992	5,645
30-nov-1992	5,088
1-dic-1992	4,563
2-dic-1992	4,071
3-dic-1992	4,563
4-dic-1992	7,809
5-dic-1992	65,122
6-dic-1992	27,186
7-dic-1992	57,113
8-dic-1992	216,137
9-dic-1992	222,118
10-dic-1992	54,933
11-dic-1992	33,685
12-dic-1992	23,628
13-dic-1992	19,944
14-dic-1992	19,125
15-dic-1992	15,031
16-dic-1992	13,394
17-dic-1992	15,850
18-dic-1992	15,441
19-dic-1992	11,756
20-dic-1992	9,794
21-dic-1992	8,469
22-dic-1992	7,484
23-dic-1992	6,232
24-dic-1992	5,645

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
25-dic-1992	5,088
26-dic-1992	5,088
27-dic-1992	5,088
28-dic-1992	5,088
29-dic-1992	5,088
30-dic-1992	5,088
31-dic-1992	4,821
1-ene-1993	4,563
2-ene-1993	4,313
3-ene-1993	4,071
4-ene-1993	3,838
5-ene-1993	3,838
6-ene-1993	3,613
7-ene-1993	3,613
8-ene-1993	3,613
9-ene-1993	3,396
10-ene-1993	3,188
11-ene-1993	2,988
12-ene-1993	2,796
13-ene-1993	2,612
14-ene-1993	2,612
15-ene-1993	2,436
16-ene-1993	2,436
17-ene-1993	2,436
18-ene-1993	2,436
19-ene-1993	2,268
20-ene-1993	2,268
21-ene-1993	2,107
22-ene-1993	2,107
23-ene-1993	2,107
24-ene-1993	2,107
25-ene-1993	1,954
26-ene-1993	2,268
27-ene-1993	2,612
28-ene-1993	2,268
29-ene-1993	2,107
30-ene-1993	2,107
31-ene-1993	1,954
1-feb-1993	1,954
2-feb-1993	1,808
3-feb-1993	1,808
4-feb-1993	1,808
5-feb-1993	1,669
6-feb-1993	1,669
7-feb-1993	1,669
8-feb-1993	1,669
9-feb-1993	1,537
10-feb-1993	1,411
11-feb-1993	1,537
12-feb-1993	1,537
13-feb-1993	1,537

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
14-feb-1993	1,537
15-feb-1993	1,537
16-feb-1993	1,411
17-feb-1993	1,292
18-feb-1993	1,411
19-feb-1993	1,411
20-feb-1993	1,411
21-feb-1993	1,411
22-feb-1993	1,954
23-feb-1993	2,612
24-feb-1993	2,107
25-feb-1993	1,808
26-feb-1993	1,411
27-feb-1993	9,134
28-feb-1993	9,794
1-mar-1993	6,232
2-mar-1993	5,645
3-mar-1993	7,163
4-mar-1993	12,166
5-mar-1993	16,669
6-mar-1993	16,259
7-mar-1993	16,259
8-mar-1993	20,762
9-mar-1993	21,990
10-mar-1993	28,791
11-mar-1993	35,162
12-mar-1993	28,155
13-mar-1993	25,532
14-mar-1993	21,172
15-mar-1993	19,125
16-mar-1993	15,850
17-mar-1993	12,575
18-mar-1993	10,528
19-mar-1993	9,134
20-mar-1993	8,138
21-mar-1993	8,802
22-mar-1993	8,802
23-mar-1993	7,484
24-mar-1993	8,802
25-mar-1993	10,119
26-mar-1993	8,469
27-mar-1993	7,484
28-mar-1993	6,536
29-mar-1993	5,935
30-mar-1993	5,088
31-mar-1993	4,821
1-abr-1993	4,313
2-abr-1993	4,313
3-abr-1993	7,163
4-abr-1993	17,078
5-abr-1993	12,985

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
6-abr-1993	8,802
7-abr-1993	7,163
8-abr-1993	6,232
9-abr-1993	5,363
10-abr-1993	4,821
11-abr-1993	4,563
12-abr-1993	4,313
13-abr-1993	4,071
14-abr-1993	4,313
15-abr-1993	17,078
16-abr-1993	29,107
17-abr-1993	16,259
18-abr-1993	11,347
19-abr-1993	8,802
20-abr-1993	7,163
21-abr-1993	6,232
22-abr-1993	5,645
23-abr-1993	5,088
24-abr-1993	13,803
25-abr-1993	32,188
26-abr-1993	109,882
27-abr-1993	45,757
28-abr-1993	26,200
29-abr-1993	21,990
30-abr-1993	18,306
1-may-1993	14,213
2-may-1993	12,575
3-may-1993	11,756
4-may-1993	9,466
5-may-1993	10,119
6-may-1993	9,794
7-may-1993	7,163
8-may-1993	6,232
9-may-1993	5,645
10-may-1993	5,363
11-may-1993	6,232
12-may-1993	7,809
13-may-1993	9,466
14-may-1993	12,575
15-may-1993	8,802
16-may-1993	7,809
17-may-1993	6,536
18-may-1993	6,847
19-may-1993	8,138
20-may-1993	10,938
21-may-1993	8,469
22-may-1993	6,847
23-may-1993	5,935
24-may-1993	5,363
25-may-1993	24,447
26-may-1993	34,868

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
27-may-1993	18,716
28-may-1993	12,985
29-may-1993	9,466
30-may-1993	7,484
31-may-1993	6,232
1-jun-1993	5,645
2-jun-1993	4,821
3-jun-1993	4,313
4-jun-1993	3,838
5-jun-1993	3,396
6-jun-1993	3,396
7-jun-1993	2,988
8-jun-1993	2,796
9-jun-1993	2,612
10-jun-1993	3,396
11-jun-1993	3,613
12-jun-1993	2,796
13-jun-1993	2,436
14-jun-1993	2,268
15-jun-1993	2,107
16-jun-1993	1,954
17-jun-1993	1,669
18-jun-1993	1,537
19-jun-1993	1,537
20-jun-1993	4,563
21-jun-1993	2,988
22-jun-1993	5,935
23-jun-1993	47,299
24-jun-1993	32,489
25-jun-1993	11,756
26-jun-1993	7,484
27-jun-1993	5,645
28-jun-1993	4,313
29-jun-1993	3,613
30-jun-1993	3,188
1-jul-1993	3,188
2-jul-1993	2,796
3-jul-1993	4,071
4-jul-1993	3,613
5-jul-1993	2,988
6-jul-1993	2,988
7-jul-1993	3,838
8-jul-1993	2,988
9-jul-1993	2,268
10-jul-1993	1,954
11-jul-1993	1,954
12-jul-1993	1,808
13-jul-1993	1,669
14-jul-1993	1,537
15-jul-1993	1,411
16-jul-1993	1,292

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
17-jul-1993	1,180
18-jul-1993	1,073
19-jul-1993	1,073
20-jul-1993	1,073
21-jul-1993	1,073
22-jul-1993	1,073
23-jul-1993	1,073
24-jul-1993	0,878
25-jul-1993	0,878
26-jul-1993	0,790
27-jul-1993	0,790
28-jul-1993	0,790
29-jul-1993	0,707
30-jul-1993	0,629
31-jul-1993	0,707
1-ago-1993	0,707
2-ago-1993	0,707
3-ago-1993	0,629
4-ago-1993	0,557
5-ago-1993	0,557
6-ago-1993	0,557
7-ago-1993	0,557
8-ago-1993	0,490
9-ago-1993	0,490
10-ago-1993	0,490
11-ago-1993	0,490
12-ago-1993	0,490
13-ago-1993	0,490
14-ago-1993	0,490
15-ago-1993	4,313
16-ago-1993	1,537
17-ago-1993	0,973
18-ago-1993	0,707
19-ago-1993	0,629
20-ago-1993	0,629
21-ago-1993	0,557
22-ago-1993	0,490
23-ago-1993	0,428
24-ago-1993	0,707
25-ago-1993	0,973
26-ago-1993	0,973
27-ago-1993	1,292
28-ago-1993	3,613
29-ago-1993	2,988
30-ago-1993	1,808
31-ago-1993	1,292
1-sep-1993	0,973
2-sep-1993	0,790
3-sep-1993	0,790
4-sep-1993	0,707
5-sep-1993	0,629

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
6-sep-1993	0,629
7-sep-1993	0,629
8-sep-1993	0,629
9-sep-1993	0,707
10-sep-1993	0,629
11-sep-1993	0,707
12-sep-1993	0,629
13-sep-1993	0,557
14-sep-1993	0,490
15-sep-1993	0,490
16-sep-1993	0,490
17-sep-1993	0,490
18-sep-1993	0,707
19-sep-1993	0,878
20-sep-1993	0,629
21-sep-1993	0,878
22-sep-1993	12,985
23-sep-1993	7,809
24-sep-1993	19,125
25-sep-1993	10,938
26-sep-1993	22,809
27-sep-1993	12,166
28-sep-1993	10,528
29-sep-1993	6,847
30-sep-1993	4,821
1-oct-1993	4,071
2-oct-1993	4,563
3-oct-1993	36,332
4-oct-1993	34,573
5-oct-1993	14,213
6-oct-1993	8,802
7-oct-1993	5,935
8-oct-1993	6,232
9-oct-1993	4,821
10-oct-1993	5,363
11-oct-1993	5,935
12-oct-1993	15,850
13-oct-1993	14,622
14-oct-1993	12,166
15-oct-1993	7,163
16-oct-1993	5,363
17-oct-1993	5,645
18-oct-1993	5,088
19-oct-1993	5,088
20-oct-1993	4,313
21-oct-1993	13,803
22-oct-1993	18,306
23-oct-1993	30,046
24-oct-1993	40,115
25-oct-1993	21,990
26-oct-1993	15,031

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
27-oct-1993	10,119
28-oct-1993	13,803
29-oct-1993	14,213
30-oct-1993	9,794
31-oct-1993	8,469
1-nov-1993	6,536
2-nov-1993	5,645
3-nov-1993	5,645
4-nov-1993	5,363
5-nov-1993	4,563
6-nov-1993	4,071
7-nov-1993	17,078
8-nov-1993	15,031
9-nov-1993	10,938
10-nov-1993	8,469
11-nov-1993	7,163
12-nov-1993	6,847
13-nov-1993	6,232
14-nov-1993	5,363
15-nov-1993	5,088
16-nov-1993	4,821
17-nov-1993	4,563
18-nov-1993	4,071
19-nov-1993	3,613
20-nov-1993	3,396
21-nov-1993	3,188
22-nov-1993	2,988
23-nov-1993	2,796
24-nov-1993	2,612
25-nov-1993	2,436
26-nov-1993	2,268
27-nov-1993	2,107
28-nov-1993	2,107
29-nov-1993	2,107
30-nov-1993	2,612
1-dic-1993	16,669
2-dic-1993	27,833
3-dic-1993	17,488
4-dic-1993	11,756
5-dic-1993	8,802
6-dic-1993	6,847
7-dic-1993	5,645
8-dic-1993	5,088
9-dic-1993	4,563
10-dic-1993	4,071
11-dic-1993	3,613
12-dic-1993	3,396
13-dic-1993	3,188
14-dic-1993	3,188
15-dic-1993	4,071
16-dic-1993	3,838

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
17-dic-1993	3,396
18-dic-1993	3,396
19-dic-1993	3,396
20-dic-1993	2,988
21-dic-1993	3,188
22-dic-1993	8,138
23-dic-1993	6,536
24-dic-1993	27,511
25-dic-1993	169,288
26-dic-1993	140,000
27-dic-1993	120,000
28-dic-1993	100,000
29-dic-1993	80,000
30-dic-1993	60,000
31-dic-1993	41,283
1-ene-1994	74,010
2-ene-1994	51,488
3-ene-1994	43,348
4-ene-1994	38,660
5-ene-1994	35,455
6-ene-1994	57,861
7-ene-1994	50,168
8-ene-1994	49,197
9-ene-1994	74,010
10-ene-1994	72,022
11-ene-1994	56,744
12-ene-1994	48,241
13-ene-1994	43,051
14-ene-1994	38,370
15-ene-1994	35,748
16-ene-1994	34,868
17-ene-1994	64,692
18-ene-1994	43,646
19-ene-1994	37,207
20-ene-1994	33,387
21-ene-1994	32,489
22-ene-1994	37,498
23-ene-1994	40,698
24-ene-1994	41,576
25-ene-1994	56,744
26-ene-1994	28,474
27-ene-1994	22,809
28-ene-1994	18,306
29-ene-1994	17,488
30-ene-1994	13,803
31-ene-1994	11,347
1-feb-1994	9,794
2-feb-1994	8,469
3-feb-1994	11,756
4-feb-1994	17,078
5-feb-1994	20,353

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
6-feb-1994	21,990
7-feb-1994	16,259
8-feb-1994	33,089
9-feb-1994	33,387
10-feb-1994	22,809
11-feb-1994	20,353
12-feb-1994	21,990
13-feb-1994	25,867
14-feb-1994	19,125
15-feb-1994	14,622
16-feb-1994	11,347
17-feb-1994	9,794
18-feb-1994	10,119
19-feb-1994	15,031
20-feb-1994	13,394
21-feb-1994	13,803
22-feb-1994	10,938
23-feb-1994	10,119
24-feb-1994	9,466
25-feb-1994	8,469
26-feb-1994	7,809
27-feb-1994	7,163
28-feb-1994	6,536
1-mar-1994	8,138
2-mar-1994	9,134
3-mar-1994	7,809
4-mar-1994	7,484
5-mar-1994	7,163
6-mar-1994	9,794
7-mar-1994	11,347
8-mar-1994	9,134
9-mar-1994	7,809
10-mar-1994	6,847
11-mar-1994	6,232
12-mar-1994	5,645
13-mar-1994	5,363
14-mar-1994	7,484
15-mar-1994	9,794
16-mar-1994	7,484
17-mar-1994	6,536
18-mar-1994	5,645
19-mar-1994	5,088
20-mar-1994	4,821
21-mar-1994	4,563
22-mar-1994	4,313
23-mar-1994	4,563
24-mar-1994	4,071
25-mar-1994	3,838
26-mar-1994	3,838
27-mar-1994	8,138
28-mar-1994	6,232

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
29-mar-1994	5,088
30-mar-1994	4,313
31-mar-1994	4,071
1-abr-1994	3,613
2-abr-1994	5,645
3-abr-1994	57,861
4-abr-1994	44,544
5-abr-1994	33,089
6-abr-1994	56,012
7-abr-1994	46,063
8-abr-1994	61,366
9-abr-1994	32,188
10-abr-1994	106,757
11-abr-1994	90,567
12-abr-1994	41,870
13-abr-1994	27,511
14-abr-1994	24,037
15-abr-1994	21,581
16-abr-1994	17,488
17-abr-1994	14,622
18-abr-1994	17,897
19-abr-1994	17,078
20-abr-1994	15,031
21-abr-1994	12,985
22-abr-1994	11,756
23-abr-1994	11,347
24-abr-1994	10,119
25-abr-1994	9,794
26-abr-1994	8,138
27-abr-1994	7,809
28-abr-1994	6,847
29-abr-1994	6,232
30-abr-1994	5,645
1-may-1994	5,088
2-may-1994	4,563
3-may-1994	4,071
4-may-1994	3,613
5-may-1994	3,396
6-may-1994	3,188
7-may-1994	3,188
8-may-1994	8,469
9-may-1994	7,163
10-may-1994	8,469
11-may-1994	6,232
12-may-1994	6,232
13-may-1994	4,821
14-may-1994	12,166
15-may-1994	7,163
16-may-1994	7,809
17-may-1994	9,466
18-may-1994	6,847

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
19-may-1994	5,645
20-may-1994	5,088
21-may-1994	4,563
22-may-1994	4,313
23-may-1994	12,985
24-may-1994	8,802
25-may-1994	7,163
26-may-1994	5,645
27-may-1994	4,821
28-may-1994	4,071
29-may-1994	3,613
30-may-1994	3,188
31-may-1994	2,988
1-jun-1994	2,436
2-jun-1994	4,821
3-jun-1994	4,071
4-jun-1994	2,612
5-jun-1994	2,436
6-jun-1994	2,268
7-jun-1994	2,107
8-jun-1994	1,808
9-jun-1994	1,669
10-jun-1994	1,669
11-jun-1994	1,537
12-jun-1994	1,537
13-jun-1994	1,411
14-jun-1994	1,292
15-jun-1994	1,292
16-jun-1994	1,180
17-jun-1994	1,073
18-jun-1994	1,073
19-jun-1994	1,073
20-jun-1994	1,073
21-jun-1994	1,073
22-jun-1994	0,973
23-jun-1994	0,878
24-jun-1994	0,790
25-jun-1994	1,073
26-jun-1994	2,436
27-jun-1994	3,188
28-jun-1994	1,808
29-jun-1994	1,292
30-jun-1994	1,073
1-jul-1994	0,878
2-jul-1994	0,790
3-jul-1994	0,790
4-jul-1994	0,707
5-jul-1994	0,707
6-jul-1994	0,629
7-jul-1994	0,629
8-jul-1994	0,629

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
9-jul-1994	0,557
10-jul-1994	0,557
11-jul-1994	0,557
12-jul-1994	0,490
13-jul-1994	0,490
14-jul-1994	0,428
15-jul-1994	0,428
16-jul-1994	0,428
17-jul-1994	0,428
18-jul-1994	0,370
19-jul-1994	0,370
20-jul-1994	0,370
21-jul-1994	0,370
22-jul-1994	0,318
23-jul-1994	0,428
24-jul-1994	0,490
25-jul-1994	0,370
26-jul-1994	0,318
27-jul-1994	0,318
28-jul-1994	0,318
29-jul-1994	0,318
30-jul-1994	0,318
31-jul-1994	0,271
1-ago-1994	0,271
2-ago-1994	0,318
3-ago-1994	0,318
4-ago-1994	0,271
5-ago-1994	0,318
6-ago-1994	0,490
7-ago-1994	0,490
8-ago-1994	0,370
9-ago-1994	0,271
10-ago-1994	0,271
11-ago-1994	0,271
12-ago-1994	0,271
13-ago-1994	0,271
14-ago-1994	0,271
15-ago-1994	0,271
16-ago-1994	0,271
17-ago-1994	0,228
18-ago-1994	0,228
19-ago-1994	0,228
20-ago-1994	0,228
21-ago-1994	0,228
22-ago-1994	0,228
23-ago-1994	0,228
24-ago-1994	0,228
25-ago-1994	0,228
26-ago-1994	0,228
27-ago-1994	0,228
28-ago-1994	0,228

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
29-ago-1994	0,228
30-ago-1994	0,228
31-ago-1994	0,228
1-sep-1994	0,228
2-sep-1994	0,228
3-sep-1994	0,228
4-sep-1994	0,228
5-sep-1994	0,228
6-sep-1994	0,228
7-sep-1994	0,228
8-sep-1994	0,228
9-sep-1994	0,228
10-sep-1994	0,228
11-sep-1994	0,271
12-sep-1994	0,271
13-sep-1994	0,271
14-sep-1994	0,271
15-sep-1994	0,228
16-sep-1994	0,228
17-sep-1994	0,228
18-sep-1994	0,271
19-sep-1994	0,318
20-sep-1994	0,318
21-sep-1994	0,370
22-sep-1994	0,370
23-sep-1994	0,557
24-sep-1994	2,268
25-sep-1994	2,268
26-sep-1994	1,073
27-sep-1994	0,707
28-sep-1994	0,629
29-sep-1994	0,973
30-sep-1994	0,973
1-oct-1994	0,707
2-oct-1994	0,557
3-oct-1994	0,490
4-oct-1994	0,490
5-oct-1994	0,428
6-oct-1994	0,490
7-oct-1994	0,557
8-oct-1994	0,490
9-oct-1994	0,370
10-oct-1994	0,370
11-oct-1994	0,318
12-oct-1994	0,318
13-oct-1994	0,318
14-oct-1994	0,318
15-oct-1994	0,318
16-oct-1994	1,808
17-oct-1994	4,071
18-oct-1994	2,268



Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
19-oct-1994	1,669
20-oct-1994	4,313
21-oct-1994	3,613
22-oct-1994	3,188
23-oct-1994	8,469
24-oct-1994	4,821
25-oct-1994	3,396
26-oct-1994	3,188
27-oct-1994	1,954
28-oct-1994	7,484
29-oct-1994	5,363
30-oct-1994	3,396
31-oct-1994	2,436
1-nov-1994	1,808
2-nov-1994	1,537
3-nov-1994	1,411
4-nov-1994	2,107
5-nov-1994	8,469
6-nov-1994	9,794
7-nov-1994	5,363
8-nov-1994	4,313
9-nov-1994	2,796
10-nov-1994	3,613
11-nov-1994	3,396
12-nov-1994	7,163
13-nov-1994	19,534
14-nov-1994	9,794
15-nov-1994	8,469
16-nov-1994	4,563
17-nov-1994	4,821
18-nov-1994	11,347
19-nov-1994	7,484
20-nov-1994	5,363
21-nov-1994	4,071
22-nov-1994	3,396
23-nov-1994	2,796
24-nov-1994	2,436
25-nov-1994	2,268
26-nov-1994	1,954
27-nov-1994	1,808
28-nov-1994	1,669
29-nov-1994	1,537
30-nov-1994	1,537
1-dic-1994	1,411
2-dic-1994	1,292
3-dic-1994	1,292
4-dic-1994	1,180
5-dic-1994	1,180
6-dic-1994	1,180
7-dic-1994	1,180
8-dic-1994	1,180

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
9-dic-1994	1,180
10-dic-1994	1,292
11-dic-1994	1,292
12-dic-1994	1,411
13-dic-1994	1,411
14-dic-1994	1,411
15-dic-1994	1,411
16-dic-1994	1,411
17-dic-1994	1,411
18-dic-1994	1,292
19-dic-1994	1,411
20-dic-1994	10,528
21-dic-1994	44,544
22-dic-1994	146,719
23-dic-1994	36,624
24-dic-1994	21,581
25-dic-1994	12,575
26-dic-1994	9,134
27-dic-1994	7,484
28-dic-1994	6,536
29-dic-1994	6,232
30-dic-1994	9,134
31-dic-1994	74,517
1-ene-1995	86,202
2-ene-1995	49,843
3-ene-1995	48,877
4-ene-1995	23,219
5-ene-1995	24,447
6-ene-1995	111,480
7-ene-1995	114,749
8-ene-1995	38,370
9-ene-1995	57,113
10-ene-1995	46,988
11-ene-1995	46,988
12-ene-1995	188,184
13-ene-1995	46,678
14-ene-1995	25,867
15-ene-1995	18,716
16-ene-1995	14,622
17-ene-1995	11,347
18-ene-1995	15,441
19-ene-1995	14,213
20-ene-1995	14,622
21-ene-1995	14,213
22-ene-1995	10,938
23-ene-1995	9,466
24-ene-1995	11,756
25-ene-1995	10,938
26-ene-1995	9,466
27-ene-1995	8,469
28-ene-1995	7,809

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
29-ene-1995	6,847
30-ene-1995	8,469
31-ene-1995	7,809
1-feb-1995	6,847
2-feb-1995	6,232
3-feb-1995	5,935
4-feb-1995	5,363
5-feb-1995	5,088
6-feb-1995	4,563
7-feb-1995	4,313
8-feb-1995	4,071
9-feb-1995	4,313
10-feb-1995	5,088
11-feb-1995	6,847
12-feb-1995	5,645
13-feb-1995	5,363
14-feb-1995	7,163
15-feb-1995	10,938
16-feb-1995	10,528
17-feb-1995	8,802
18-feb-1995	10,119
19-feb-1995	9,466
20-feb-1995	7,809
21-feb-1995	7,163
22-feb-1995	15,031
23-feb-1995	11,347
24-feb-1995	10,938
25-feb-1995	10,938
26-feb-1995	47,612
27-feb-1995	49,843
28-feb-1995	27,186
1-mar-1995	21,172
2-mar-1995	24,447
3-mar-1995	28,474
4-mar-1995	41,576
5-mar-1995	102,248
6-mar-1995	147,779
7-mar-1995	48,558
8-mar-1995	29,107
9-mar-1995	21,990
10-mar-1995	18,306
11-mar-1995	18,716
12-mar-1995	18,306
13-mar-1995	19,534
14-mar-1995	12,985
15-mar-1995	10,938
16-mar-1995	11,756
17-mar-1995	10,119
18-mar-1995	8,469
19-mar-1995	7,163
20-mar-1995	6,847

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
21-mar-1995	7,163
22-mar-1995	5,363
23-mar-1995	4,821
24-mar-1995	4,313
25-mar-1995	4,071
26-mar-1995	3,838
27-mar-1995	3,613
28-mar-1995	4,563
29-mar-1995	5,645
30-mar-1995	15,031
31-mar-1995	8,469
1-abr-1995	7,163
2-abr-1995	5,088
3-abr-1995	4,313
4-abr-1995	3,838
5-abr-1995	3,613
6-abr-1995	3,188
7-abr-1995	2,988
8-abr-1995	2,796
9-abr-1995	2,612
10-abr-1995	2,436
11-abr-1995	3,396
12-abr-1995	2,796
13-abr-1995	2,796
14-abr-1995	1,954
15-abr-1995	1,808
16-abr-1995	1,808
17-abr-1995	1,669
18-abr-1995	1,669
19-abr-1995	1,669
20-abr-1995	1,669
21-abr-1995	1,669
22-abr-1995	2,436
23-abr-1995	2,268
24-abr-1995	12,575
25-abr-1995	21,990
26-abr-1995	9,466
27-abr-1995	9,134
28-abr-1995	7,809
29-abr-1995	6,232
30-abr-1995	5,088
1-may-1995	4,313
2-may-1995	3,396
3-may-1995	2,796
4-may-1995	2,612
5-may-1995	2,268
6-may-1995	2,107
7-may-1995	1,954
8-may-1995	1,954
9-may-1995	1,669
10-may-1995	1,537

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
11-may-1995	1,537
12-may-1995	3,396
13-may-1995	3,396
14-may-1995	4,313
15-may-1995	3,188
16-may-1995	3,188
17-may-1995	7,809
18-may-1995	5,363
19-may-1995	4,563
20-may-1995	4,071
21-may-1995	3,188
22-may-1995	2,612
23-may-1995	2,268
24-may-1995	1,954
25-may-1995	1,954
26-may-1995	1,954
27-may-1995	1,669
28-may-1995	1,411
29-may-1995	1,292
30-may-1995	1,292
31-may-1995	1,411
1-jun-1995	4,563
2-jun-1995	2,796
3-jun-1995	2,107
4-jun-1995	2,268
5-jun-1995	1,537
6-jun-1995	1,292
7-jun-1995	1,292
8-jun-1995	1,180
9-jun-1995	1,180
10-jun-1995	1,180
11-jun-1995	1,073
12-jun-1995	1,073
13-jun-1995	1,073
14-jun-1995	1,073
15-jun-1995	0,973
16-jun-1995	0,878
17-jun-1995	0,878
18-jun-1995	0,790
19-jun-1995	0,707
20-jun-1995	0,629
21-jun-1995	0,707
22-jun-1995	0,707
23-jun-1995	0,707
24-jun-1995	0,629
25-jun-1995	0,629
26-jun-1995	0,557
27-jun-1995	0,557
28-jun-1995	0,557
29-jun-1995	0,557
30-jun-1995	0,490

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
1-jul-1995	0,490
2-jul-1995	0,629
3-jul-1995	0,878
4-jul-1995	0,790
5-jul-1995	0,707
6-jul-1995	0,707
7-jul-1995	0,629
8-jul-1995	0,557
9-jul-1995	0,490
10-jul-1995	0,490
11-jul-1995	0,490
12-jul-1995	0,557
13-jul-1995	0,557
14-jul-1995	0,557
15-jul-1995	0,557
16-jul-1995	0,490
17-jul-1995	0,428
18-jul-1995	0,428
19-jul-1995	0,318
20-jul-1995	0,318
21-jul-1995	0,271
22-jul-1995	0,228
23-jul-1995	0,228
24-jul-1995	0,228
25-jul-1995	0,228
26-jul-1995	0,228
27-jul-1995	0,228
28-jul-1995	0,189
29-jul-1995	0,189
30-jul-1995	0,189
31-jul-1995	0,189
1-ago-1995	0,155
2-ago-1995	0,189
3-ago-1995	0,189
4-ago-1995	0,189
5-ago-1995	0,228
6-ago-1995	0,228
7-ago-1995	0,228
8-ago-1995	0,228
9-ago-1995	0,228
10-ago-1995	0,189
11-ago-1995	0,189
12-ago-1995	0,189
13-ago-1995	0,189
14-ago-1995	0,189
15-ago-1995	0,155
16-ago-1995	0,155
17-ago-1995	0,155
18-ago-1995	0,155
19-ago-1995	0,155
20-ago-1995	0,155



Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
21-ago-1995	0,155
22-ago-1995	0,155
23-ago-1995	0,155
24-ago-1995	0,155
25-ago-1995	0,155
26-ago-1995	0,155
27-ago-1995	0,189
28-ago-1995	0,228
29-ago-1995	0,228
30-ago-1995	0,228
31-ago-1995	0,228
1-sep-1995	0,228
2-sep-1995	0,189
3-sep-1995	0,189
4-sep-1995	0,155
5-sep-1995	0,155
6-sep-1995	0,155
7-sep-1995	0,125
8-sep-1995	0,125
9-sep-1995	0,125
10-sep-1995	0,125
11-sep-1995	0,155
12-sep-1995	0,189
13-sep-1995	0,271
14-sep-1995	0,318
15-sep-1995	0,318
16-sep-1995	0,271
17-sep-1995	0,228
18-sep-1995	0,228
19-sep-1995	0,228
20-sep-1995	0,428
21-sep-1995	0,973
22-sep-1995	0,790
23-sep-1995	0,629
24-sep-1995	0,490
25-sep-1995	0,370
26-sep-1995	0,370
27-sep-1995	0,490
28-sep-1995	0,490
29-sep-1995	0,428
30-sep-1995	0,428
1-oct-1995	0,428
2-oct-1995	0,428
3-oct-1995	0,490
4-oct-1995	0,428
5-oct-1995	0,370
6-oct-1995	0,370
7-oct-1995	0,370
8-oct-1995	0,370
9-oct-1995	0,318
10-oct-1995	0,318

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
11-oct-1995	0,318
12-oct-1995	0,271
13-oct-1995	0,271
14-oct-1995	0,271
15-oct-1995	0,271
16-oct-1995	0,271
17-oct-1995	0,228
18-oct-1995	0,228
19-oct-1995	0,228
20-oct-1995	0,228
21-oct-1995	0,228
22-oct-1995	0,228
23-oct-1995	0,228
24-oct-1995	0,228
25-oct-1995	0,228
26-oct-1995	0,228
27-oct-1995	0,189
28-oct-1995	0,189
29-oct-1995	0,189
30-oct-1995	0,228
31-oct-1995	0,228
1-nov-1995	0,228
2-nov-1995	0,189
3-nov-1995	0,189
4-nov-1995	0,189
5-nov-1995	0,189
6-nov-1995	0,189
7-nov-1995	0,707
8-nov-1995	0,707
9-nov-1995	0,707
10-nov-1995	0,707
11-nov-1995	0,707
12-nov-1995	0,707
13-nov-1995	0,557
14-nov-1995	0,490
15-nov-1995	0,428
16-nov-1995	0,428
17-nov-1995	0,428
18-nov-1995	0,428
19-nov-1995	0,973
20-nov-1995	1,073
21-nov-1995	0,878
22-nov-1995	1,292
23-nov-1995	15,441
24-nov-1995	6,536
25-nov-1995	3,396
26-nov-1995	7,484
27-nov-1995	5,645
28-nov-1995	2,988
29-nov-1995	2,107
30-nov-1995	1,537

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
1-dic-1995	1,292
2-dic-1995	1,180
3-dic-1995	7,484
4-dic-1995	20,353
5-dic-1995	31,582
6-dic-1995	11,756
7-dic-1995	6,536
8-dic-1995	5,088
9-dic-1995	4,563
10-dic-1995	4,563
11-dic-1995	4,071
12-dic-1995	3,188
13-dic-1995	2,612
14-dic-1995	2,268
15-dic-1995	1,954
16-dic-1995	4,563
17-dic-1995	4,563
18-dic-1995	3,188
19-dic-1995	2,612
20-dic-1995	2,268
21-dic-1995	2,107
22-dic-1995	1,808
23-dic-1995	1,669
24-dic-1995	1,669
25-dic-1995	46,678
26-dic-1995	44,846
27-dic-1995	21,581
28-dic-1995	17,078
29-dic-1995	13,394
30-dic-1995	9,794
31-dic-1995	8,802
1-ene-1996	6,847
2-ene-1996	5,363
3-ene-1996	4,313
4-ene-1996	3,838
5-ene-1996	4,313
6-ene-1996	9,466
7-ene-1996	19,534
8-ene-1996	9,794
9-ene-1996	7,809
10-ene-1996	10,528
11-ene-1996	12,575
12-ene-1996	10,938
13-ene-1996	8,138
14-ene-1996	6,232
15-ene-1996	5,088
16-ene-1996	4,313
17-ene-1996	3,613
18-ene-1996	3,188
19-ene-1996	2,988
20-ene-1996	2,796

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
21-ene-1996	2,436
22-ene-1996	25,867
23-ene-1996	23,628
24-ene-1996	19,944
25-ene-1996	31,582
26-ene-1996	18,306
27-ene-1996	14,213
28-ene-1996	12,166
29-ene-1996	11,347
30-ene-1996	9,134
31-ene-1996	7,484
1-feb-1996	6,536
2-feb-1996	7,484
3-feb-1996	8,138
4-feb-1996	7,163
5-feb-1996	7,163
6-feb-1996	82,655
7-feb-1996	79,278
8-feb-1996	68,237
9-feb-1996	34,573
10-feb-1996	21,172
11-feb-1996	17,897
12-feb-1996	17,897
13-feb-1996	27,511
14-feb-1996	36,624
15-feb-1996	22,809
16-feb-1996	15,441
17-feb-1996	11,756
18-feb-1996	9,794
19-feb-1996	19,944
20-feb-1996	34,573
21-feb-1996	18,716
22-feb-1996	15,031
23-feb-1996	15,031
24-feb-1996	18,306
25-feb-1996	32,790
26-feb-1996	61,770
27-feb-1996	46,370
28-feb-1996	31,277
29-feb-1996	26,530
1-mar-1996	23,628
2-mar-1996	18,716
3-mar-1996	23,219
4-mar-1996	16,669
5-mar-1996	18,306
6-mar-1996	11,347
7-mar-1996	10,528
8-mar-1996	15,441
9-mar-1996	10,938
10-mar-1996	13,394
11-mar-1996	12,575

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
12-mar-1996	10,938
13-mar-1996	9,794
14-mar-1996	19,944
15-mar-1996	32,188
16-mar-1996	18,306
17-mar-1996	14,213
18-mar-1996	11,756
19-mar-1996	10,119
20-mar-1996	9,794
21-mar-1996	15,850
22-mar-1996	13,394
23-mar-1996	9,794
24-mar-1996	9,794
25-mar-1996	9,466
26-mar-1996	8,469
27-mar-1996	7,484
28-mar-1996	7,809
29-mar-1996	11,347
30-mar-1996	6,536
31-mar-1996	5,645
1-abr-1996	5,088
2-abr-1996	10,938
3-abr-1996	9,466
4-abr-1996	7,163
5-abr-1996	6,232
6-abr-1996	5,363
7-abr-1996	5,088
8-abr-1996	4,563
9-abr-1996	4,071
10-abr-1996	3,838
11-abr-1996	6,536
12-abr-1996	3,838
13-abr-1996	3,188
14-abr-1996	2,988
15-abr-1996	2,796
16-abr-1996	2,796
17-abr-1996	5,645
18-abr-1996	8,802
19-abr-1996	6,232
20-abr-1996	4,821
21-abr-1996	4,071
22-abr-1996	4,313
23-abr-1996	14,622
24-abr-1996	7,484
25-abr-1996	5,645
26-abr-1996	4,821
27-abr-1996	4,313
28-abr-1996	4,071
29-abr-1996	3,838
30-abr-1996	3,838
1-may-1996	3,613

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
2-may-1996	3,396
3-may-1996	5,363
4-may-1996	3,838
5-may-1996	2,988
6-may-1996	2,796
7-may-1996	2,612
8-may-1996	2,988
9-may-1996	2,988
10-may-1996	3,838
11-may-1996	5,088
12-may-1996	4,821
13-may-1996	4,313
14-may-1996	3,613
15-may-1996	3,188
16-may-1996	2,796
17-may-1996	4,071
18-may-1996	2,988
19-may-1996	2,436
20-may-1996	2,268
21-may-1996	1,954
22-may-1996	1,808
23-may-1996	1,669
24-may-1996	1,537
25-may-1996	1,537
26-may-1996	1,292
27-may-1996	1,292
28-may-1996	1,292
29-may-1996	1,292
30-may-1996	1,180
31-may-1996	1,073
1-jun-1996	1,180
2-jun-1996	2,107
3-jun-1996	1,292
4-jun-1996	1,292
5-jun-1996	1,180
6-jun-1996	0,973
7-jun-1996	0,878
8-jun-1996	1,537
9-jun-1996	2,107
10-jun-1996	1,411
11-jun-1996	1,073
12-jun-1996	0,973
13-jun-1996	0,878
14-jun-1996	0,878
15-jun-1996	0,790
16-jun-1996	0,790
17-jun-1996	0,707
18-jun-1996	0,629
19-jun-1996	0,629
20-jun-1996	0,629
21-jun-1996	0,707

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
22-jun-1996	1,808
23-jun-1996	2,436
24-jun-1996	1,537
25-jun-1996	1,411
26-jun-1996	1,180
27-jun-1996	1,808
28-jun-1996	0,973
29-jun-1996	0,878
30-jun-1996	0,790
1-jul-1996	0,707
2-jul-1996	0,629
3-jul-1996	0,629
4-jul-1996	0,629
5-jul-1996	0,629
6-jul-1996	0,629
7-jul-1996	0,707
8-jul-1996	3,188
9-jul-1996	3,396
10-jul-1996	2,107
11-jul-1996	1,537
12-jul-1996	1,180
13-jul-1996	0,973
14-jul-1996	0,878
15-jul-1996	0,790
16-jul-1996	0,707
17-jul-1996	0,707
18-jul-1996	0,557
19-jul-1996	0,490
20-jul-1996	0,370
21-jul-1996	0,370
22-jul-1996	0,428
23-jul-1996	0,370
24-jul-1996	0,370
25-jul-1996	0,370
26-jul-1996	0,707
27-jul-1996	2,796
28-jul-1996	4,071
29-jul-1996	1,954
30-jul-1996	1,292
31-jul-1996	0,973
1-ago-1996	0,878
2-ago-1996	0,790
3-ago-1996	0,790
4-ago-1996	0,790
5-ago-1996	0,707
6-ago-1996	0,707
7-ago-1996	0,707
8-ago-1996	0,629
9-ago-1996	0,629
10-ago-1996	0,629
11-ago-1996	0,557

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
12-ago-1996	0,490
13-ago-1996	0,428
14-ago-1996	0,428
15-ago-1996	0,428
16-ago-1996	0,428
17-ago-1996	0,428
18-ago-1996	0,370
19-ago-1996	0,318
20-ago-1996	0,271
21-ago-1996	0,318
22-ago-1996	0,490
23-ago-1996	0,629
24-ago-1996	0,629
25-ago-1996	0,629
26-ago-1996	0,557
27-ago-1996	0,490
28-ago-1996	0,428
29-ago-1996	0,428
30-ago-1996	0,557
31-ago-1996	0,557
1-sep-1996	0,557
2-sep-1996	0,490
3-sep-1996	0,428
4-sep-1996	0,428
5-sep-1996	0,428
6-sep-1996	0,428
7-sep-1996	0,370
8-sep-1996	0,370
9-sep-1996	0,318
10-sep-1996	0,318
11-sep-1996	0,318
12-sep-1996	0,271
13-sep-1996	0,228
14-sep-1996	0,228
15-sep-1996	0,228
16-sep-1996	0,228
17-sep-1996	0,228
18-sep-1996	0,228
19-sep-1996	0,271
20-sep-1996	0,370
21-sep-1996	0,790
22-sep-1996	4,071
23-sep-1996	5,645
24-sep-1996	2,796
25-sep-1996	1,808
26-sep-1996	1,411
27-sep-1996	1,073
28-sep-1996	0,878
29-sep-1996	0,790
30-sep-1996	0,707
1-oct-1996	2,268

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
2-oct-1996	5,645
3-oct-1996	9,466
4-oct-1996	5,088
5-oct-1996	3,396
6-oct-1996	18,306
7-oct-1996	17,897
8-oct-1996	8,802
9-oct-1996	7,484
10-oct-1996	9,794
11-oct-1996	7,809
12-oct-1996	5,363
13-oct-1996	3,838
14-oct-1996	17,078
15-oct-1996	14,213
16-oct-1996	9,466
17-oct-1996	7,163
18-oct-1996	5,645
19-oct-1996	4,313
20-oct-1996	3,613
21-oct-1996	3,188
22-oct-1996	2,796
23-oct-1996	2,436
24-oct-1996	2,268
25-oct-1996	1,954
26-oct-1996	1,954
27-oct-1996	1,808
28-oct-1996	1,669
29-oct-1996	1,537
30-oct-1996	1,537
31-oct-1996	1,537
1-nov-1996	1,411
2-nov-1996	1,292
3-nov-1996	1,292
4-nov-1996	1,073
5-nov-1996	2,436
6-nov-1996	3,396
7-nov-1996	2,612
8-nov-1996	2,268
9-nov-1996	1,954
10-nov-1996	1,808
11-nov-1996	1,808
12-nov-1996	2,268
13-nov-1996	2,107
14-nov-1996	1,808
15-nov-1996	1,808
16-nov-1996	1,808
17-nov-1996	6,536
18-nov-1996	50,824
19-nov-1996	28,474
20-nov-1996	63,840
21-nov-1996	36,915

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
22-nov-1996	34,868
23-nov-1996	46,678
24-nov-1996	29,422
25-nov-1996	20,353
26-nov-1996	94,510
27-nov-1996	48,558
28-nov-1996	58,239
29-nov-1996	67,329
30-nov-1996	65,557
1-dic-1996	200,365
2-dic-1996	73,008
3-dic-1996	36,624
4-dic-1996	24,856
5-dic-1996	74,517
6-dic-1996	87,424
7-dic-1996	48,877
8-dic-1996	40,406
9-dic-1996	38,951
10-dic-1996	29,107
11-dic-1996	22,400
12-dic-1996	18,306
13-dic-1996	18,306
14-dic-1996	34,573
15-dic-1996	37,788
16-dic-1996	22,400
17-dic-1996	16,669
18-dic-1996	13,803
19-dic-1996	12,575
20-dic-1996	10,938
21-dic-1996	12,166
22-dic-1996	17,488
23-dic-1996	16,669
24-dic-1996	12,985
25-dic-1996	17,078
26-dic-1996	24,447
27-dic-1996	17,078
28-dic-1996	13,394
29-dic-1996	10,528
30-dic-1996	9,134
31-dic-1996	7,809
1-ene-1997	7,163
2-ene-1997	6,232
3-ene-1997	10,938
4-ene-1997	28,791
5-ene-1997	17,897
6-ene-1997	12,166
7-ene-1997	10,938
8-ene-1997	12,985
9-ene-1997	39,532
10-ene-1997	86,811
11-ene-1997	51,488

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
12-ene-1997	45,757
13-ene-1997	27,833
14-ene-1997	21,990
15-ene-1997	16,669
16-ene-1997	17,897
17-ene-1997	34,573
18-ene-1997	32,489
19-ene-1997	20,762
20-ene-1997	26,200
21-ene-1997	141,528
22-ene-1997	41,870
23-ene-1997	72,513
24-ene-1997	63,002
25-ene-1997	32,790
26-ene-1997	22,400
27-ene-1997	17,078
28-ene-1997	13,394
29-ene-1997	10,938
30-ene-1997	9,134
31-ene-1997	3,188
1-feb-1997	7,809
2-feb-1997	6,847
3-feb-1997	6,536
4-feb-1997	7,163
5-feb-1997	6,536
6-feb-1997	5,935
7-feb-1997	5,645
8-feb-1997	5,088
9-feb-1997	4,563
10-feb-1997	4,313
11-feb-1997	4,313
12-feb-1997	4,071
13-feb-1997	3,838
14-feb-1997	3,396
15-feb-1997	12,575
16-feb-1997	12,985
17-feb-1997	7,809
18-feb-1997	6,232
19-feb-1997	5,363
20-feb-1997	4,821
21-feb-1997	4,313
22-feb-1997	4,071
23-feb-1997	3,838
24-feb-1997	3,613
25-feb-1997	3,613
26-feb-1997	3,188
27-feb-1997	2,796
28-feb-1997	2,612
1-mar-1997	2,436
2-mar-1997	2,436
3-mar-1997	2,436

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
4-mar-1997	1,669
5-mar-1997	2,268
6-mar-1997	2,268
7-mar-1997	2,268
8-mar-1997	2,268
9-mar-1997	2,107
10-mar-1997	2,107
11-mar-1997	1,954
12-mar-1997	1,954
13-mar-1997	1,808
14-mar-1997	1,808
15-mar-1997	1,808
16-mar-1997	1,954
17-mar-1997	1,954
18-mar-1997	1,808
19-mar-1997	1,808
20-mar-1997	1,669
21-mar-1997	1,669
22-mar-1997	1,669
23-mar-1997	1,537
24-mar-1997	1,537
25-mar-1997	5,935
26-mar-1997	7,163
27-mar-1997	4,313
28-mar-1997	3,396
29-mar-1997	2,988
30-mar-1997	2,612
31-mar-1997	2,436
1-abr-1997	2,107
2-abr-1997	1,954
3-abr-1997	0,790
4-abr-1997	1,669
5-abr-1997	1,669
6-abr-1997	1,537
7-abr-1997	1,537
8-abr-1997	1,411
9-abr-1997	1,411
10-abr-1997	1,292
11-abr-1997	1,292
12-abr-1997	1,180
13-abr-1997	1,180
14-abr-1997	1,180
15-abr-1997	1,073
16-abr-1997	1,073
17-abr-1997	0,973
18-abr-1997	1,073
19-abr-1997	1,669
20-abr-1997	2,436
21-abr-1997	2,612
22-abr-1997	1,808
23-abr-1997	1,411

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
24-abr-1997	1,292
25-abr-1997	1,292
26-abr-1997	1,180
27-abr-1997	1,411
28-abr-1997	15,441
29-abr-1997	11,756
30-abr-1997	9,134
1-may-1997	5,935
2-may-1997	4,071
3-may-1997	3,188
4-may-1997	2,612
5-may-1997	2,436
6-may-1997	2,436
7-may-1997	2,612
8-may-1997	9,134
9-may-1997	9,134
10-may-1997	6,847
11-may-1997	5,088
12-may-1997	3,838
13-may-1997	3,396
14-may-1997	17,897
15-may-1997	9,466
16-may-1997	6,536
17-may-1997	5,645
18-may-1997	5,935
19-may-1997	4,821
20-may-1997	4,313
21-may-1997	3,838
22-may-1997	3,188
23-may-1997	2,796
24-may-1997	2,436
25-may-1997	2,107
26-may-1997	1,954
27-may-1997	1,808
28-may-1997	1,669
29-may-1997	1,411
30-may-1997	1,180
31-may-1997	1,180
1-jun-1997	39,532
2-jun-1997	41,870
3-jun-1997	14,622
4-jun-1997	9,466
5-jun-1997	60,964
6-jun-1997	21,172
7-jun-1997	11,756
8-jun-1997	8,138
9-jun-1997	5,645
10-jun-1997	4,563
11-jun-1997	3,838
12-jun-1997	3,396
13-jun-1997	2,796

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
14-jun-1997	2,436
15-jun-1997	2,107
16-jun-1997	1,954
17-jun-1997	1,808
18-jun-1997	1,808
19-jun-1997	1,669
20-jun-1997	1,669
21-jun-1997	1,537
22-jun-1997	1,411
23-jun-1997	1,954
24-jun-1997	1,292
25-jun-1997	1,180
26-jun-1997	1,073
27-jun-1997	0,973
28-jun-1997	1,180
29-jun-1997	3,613
30-jun-1997	3,838
1-jul-1997	2,268
2-jul-1997	11,347
3-jul-1997	11,347
4-jul-1997	6,232
5-jul-1997	4,821
6-jul-1997	4,821
7-jul-1997	4,071
8-jul-1997	3,188
9-jul-1997	2,612
10-jul-1997	2,796
11-jul-1997	2,436
12-jul-1997	2,107
13-jul-1997	1,808
14-jul-1997	2,612
15-jul-1997	2,107
16-jul-1997	1,808
17-jul-1997	15,441
18-jul-1997	13,394
19-jul-1997	8,138
20-jul-1997	5,363
21-jul-1997	4,313
22-jul-1997	4,313
23-jul-1997	3,838
24-jul-1997	2,988
25-jul-1997	2,436
26-jul-1997	2,107
27-jul-1997	2,107
28-jul-1997	1,954
29-jul-1997	1,808
30-jul-1997	1,669
31-jul-1997	1,537
1-ago-1997	1,537
2-ago-1997	1,411
3-ago-1997	1,180

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
4-ago-1997	1,180
5-ago-1997	1,292
6-ago-1997	1,292
7-ago-1997	1,411
8-ago-1997	1,292
9-ago-1997	1,073
10-ago-1997	1,073
11-ago-1997	1,808
12-ago-1997	1,411
13-ago-1997	1,073
14-ago-1997	0,973
15-ago-1997	0,878
16-ago-1997	0,790
17-ago-1997	0,878
18-ago-1997	0,878
19-ago-1997	0,878
20-ago-1997	1,292
21-ago-1997	1,180
22-ago-1997	1,180
23-ago-1997	1,073
24-ago-1997	1,073
25-ago-1997	1,073
26-ago-1997	2,796
27-ago-1997	2,107
28-ago-1997	2,796
29-ago-1997	2,612
30-ago-1997	1,808
31-ago-1997	1,292
1-sep-1997	1,411
2-sep-1997	7,809
3-sep-1997	4,821
4-sep-1997	2,988
5-sep-1997	2,268
6-sep-1997	1,808
7-sep-1997	1,537
8-sep-1997	1,537
9-sep-1997	1,411
10-sep-1997	1,292
11-sep-1997	1,180
12-sep-1997	1,180
13-sep-1997	1,180
14-sep-1997	1,292
15-sep-1997	1,537
16-sep-1997	1,411
17-sep-1997	1,180
18-sep-1997	1,073
19-sep-1997	1,073
20-sep-1997	1,073
21-sep-1997	0,973
22-sep-1997	0,973
23-sep-1997	0,973

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
24-sep-1997	0,973
25-sep-1997	1,954
26-sep-1997	1,537
27-sep-1997	1,180
28-sep-1997	0,973
29-sep-1997	0,973
30-sep-1997	0,878
1-oct-1997	0,790
2-oct-1997	0,707
3-oct-1997	0,629
4-oct-1997	0,629
5-oct-1997	0,629
6-oct-1997	0,557
7-oct-1997	0,629
8-oct-1997	0,790
9-oct-1997	0,707
10-oct-1997	0,629
11-oct-1997	0,629
12-oct-1997	0,557
13-oct-1997	0,790
14-oct-1997	4,563
15-oct-1997	4,821
16-oct-1997	2,436
17-oct-1997	1,537
18-oct-1997	1,292
19-oct-1997	0,973
20-oct-1997	0,878
21-oct-1997	0,878
22-oct-1997	0,878
23-oct-1997	0,790
24-oct-1997	0,790
25-oct-1997	0,790
26-oct-1997	0,790
27-oct-1997	0,790
28-oct-1997	0,790
29-oct-1997	0,707
30-oct-1997	0,707
31-oct-1997	0,629
1-nov-1997	0,629
2-nov-1997	0,629
3-nov-1997	0,629
4-nov-1997	0,629
5-nov-1997	0,707
6-nov-1997	52,499
7-nov-1997	30,972
8-nov-1997	15,850
9-nov-1997	26,530
10-nov-1997	12,985
11-nov-1997	8,138
12-nov-1997	7,163
13-nov-1997	5,935

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
14-nov-1997	5,088
15-nov-1997	4,821
16-nov-1997	5,088
17-nov-1997	4,313
18-nov-1997	3,838
19-nov-1997	6,536
20-nov-1997	5,363
21-nov-1997	4,313
22-nov-1997	4,071
23-nov-1997	3,838
24-nov-1997	3,613
25-nov-1997	3,396
26-nov-1997	9,466
27-nov-1997	6,847
28-nov-1997	5,645
29-nov-1997	6,847
30-nov-1997	43,348
1-dic-1997	26,859
2-dic-1997	142,552
3-dic-1997	73,008
4-dic-1997	28,791
5-dic-1997	19,125
6-dic-1997	13,803
7-dic-1997	10,119
8-dic-1997	8,469
9-dic-1997	7,163
10-dic-1997	6,536
11-dic-1997	5,935
12-dic-1997	10,119
13-dic-1997	17,488
14-dic-1997	11,756
15-dic-1997	9,134
16-dic-1997	7,809
17-dic-1997	24,447
18-dic-1997	42,459
19-dic-1997	26,530
20-dic-1997	16,259
21-dic-1997	11,756
22-dic-1997	9,794
23-dic-1997	27,186
24-dic-1997	18,306
25-dic-1997	13,394
26-dic-1997	17,897
27-dic-1997	21,581
28-dic-1997	22,400
29-dic-1997	15,850
30-dic-1997	12,575
31-dic-1997	11,347
1-ene-1998	17,488
2-ene-1998	13,803
3-ene-1998	12,575

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
4-ene-1998	18,716
5-ene-1998	14,213
6-ene-1998	10,938
7-ene-1998	9,134
8-ene-1998	7,809
9-ene-1998	6,847
10-ene-1998	5,935
11-ene-1998	5,363
12-ene-1998	4,821
13-ene-1998	6,847
14-ene-1998	7,163
15-ene-1998	5,645
16-ene-1998	5,363
17-ene-1998	7,163
18-ene-1998	6,847
19-ene-1998	8,469
20-ene-1998	71,535
21-ene-1998	31,277
22-ene-1998	19,125
23-ene-1998	14,213
24-ene-1998	10,528
25-ene-1998	8,802
26-ene-1998	7,484
27-ene-1998	7,484
28-ene-1998	7,163
29-ene-1998	6,536
30-ene-1998	5,935
31-ene-1998	5,935
1-feb-1998	5,645
2-feb-1998	5,645
3-feb-1998	14,213
4-feb-1998	12,166
5-feb-1998	9,134
6-feb-1998	8,138
7-feb-1998	6,847
8-feb-1998	6,232
9-feb-1998	5,645
10-feb-1998	5,088
11-feb-1998	10,528
12-feb-1998	10,938
13-feb-1998	10,938
14-feb-1998	10,528
15-feb-1998	9,794
16-feb-1998	9,466
17-feb-1998	8,802
18-feb-1998	3,838
19-feb-1998	3,188
20-feb-1998	2,988
21-feb-1998	2,796
22-feb-1998	3,188
23-feb-1998	28,791



Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
24-feb-1998	21,581
25-feb-1998	12,575
26-feb-1998	9,794
27-feb-1998	8,802
28-feb-1998	7,809
1-mar-1998	6,847
2-mar-1998	5,935
3-mar-1998	5,088
4-mar-1998	4,563
5-mar-1998	4,313
6-mar-1998	4,071
7-mar-1998	3,613
8-mar-1998	3,396
9-mar-1998	13,394
10-mar-1998	27,511
11-mar-1998	30,046
12-mar-1998	95,868
13-mar-1998	31,582
14-mar-1998	19,534
15-mar-1998	15,031
16-mar-1998	13,394
17-mar-1998	11,756
18-mar-1998	9,466
19-mar-1998	8,138
20-mar-1998	6,847
21-mar-1998	5,935
22-mar-1998	5,088
23-mar-1998	4,821
24-mar-1998	4,313
25-mar-1998	3,838
26-mar-1998	3,613
27-mar-1998	3,396
28-mar-1998	3,188
29-mar-1998	2,988
30-mar-1998	3,188
31-mar-1998	3,396
1-abr-1998	3,188
2-abr-1998	3,188
3-abr-1998	4,313
4-abr-1998	4,071
5-abr-1998	3,613
6-abr-1998	3,396
7-abr-1998	5,935
8-abr-1998	7,484
9-abr-1998	7,163
10-abr-1998	14,213
11-abr-1998	11,347
12-abr-1998	15,031
13-abr-1998	27,186
14-abr-1998	22,809
15-abr-1998	19,944

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
16-abr-1998	19,944
17-abr-1998	20,762
18-abr-1998	29,735
19-abr-1998	18,716
20-abr-1998	15,850
21-abr-1998	15,031
22-abr-1998	13,394
23-abr-1998	10,119
24-abr-1998	8,469
25-abr-1998	7,163
26-abr-1998	6,847
27-abr-1998	10,938
28-abr-1998	7,809
29-abr-1998	6,847
30-abr-1998	6,232
1-may-1998	6,847
2-may-1998	8,138
3-may-1998	11,756
4-may-1998	34,573
5-may-1998	28,474
6-may-1998	16,669
7-may-1998	12,166
8-may-1998	9,134
9-may-1998	7,484
10-may-1998	5,935
11-may-1998	5,088
12-may-1998	4,821
13-may-1998	4,313
14-may-1998	3,838
15-may-1998	3,396
16-may-1998	3,188
17-may-1998	2,988
18-may-1998	2,612
19-may-1998	2,612
20-may-1998	3,838
21-may-1998	2,988
22-may-1998	2,436
23-may-1998	2,268
24-may-1998	2,107
25-may-1998	1,954
26-may-1998	1,954
27-may-1998	1,954
28-may-1998	2,107
29-may-1998	2,107
30-may-1998	5,645
31-may-1998	5,363
1-jun-1998	3,396
2-jun-1998	3,613
3-jun-1998	2,988
4-jun-1998	2,612
5-jun-1998	2,612

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
6-jun-1998	4,313
7-jun-1998	5,935
8-jun-1998	3,838
9-jun-1998	2,988
10-jun-1998	2,436
11-jun-1998	2,268
12-jun-1998	3,613
13-jun-1998	3,838
14-jun-1998	2,796
15-jun-1998	2,612
16-jun-1998	2,268
17-jun-1998	1,954
18-jun-1998	1,808
19-jun-1998	1,669
20-jun-1998	1,411
21-jun-1998	1,292
22-jun-1998	1,292
23-jun-1998	1,180
24-jun-1998	1,180
25-jun-1998	1,073
26-jun-1998	1,073
27-jun-1998	1,073
28-jun-1998	0,973
29-jun-1998	0,973
30-jun-1998	0,973
1-jul-1998	1,537
2-jul-1998	3,188
3-jul-1998	1,537
4-jul-1998	1,292
5-jul-1998	0,973
6-jul-1998	0,878
7-jul-1998	1,292
8-jul-1998	2,107
9-jul-1998	1,537
10-jul-1998	1,180
11-jul-1998	0,973
12-jul-1998	0,878
13-jul-1998	0,878
14-jul-1998	0,790
15-jul-1998	0,878
16-jul-1998	0,878
17-jul-1998	0,790
18-jul-1998	0,629
19-jul-1998	0,629
20-jul-1998	0,490
21-jul-1998	0,490
22-jul-1998	0,490
23-jul-1998	0,490
24-jul-1998	0,428
25-jul-1998	0,428
26-jul-1998	0,428

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
27-jul-1998	0,428
28-jul-1998	0,428
29-jul-1998	0,428
30-jul-1998	0,370
31-jul-1998	0,370
1-ago-1998	0,629
2-ago-1998	1,411
3-ago-1998	1,073
4-ago-1998	1,669
5-ago-1998	0,973
6-ago-1998	0,790
7-ago-1998	0,629
8-ago-1998	0,557
9-ago-1998	0,490
10-ago-1998	0,428
11-ago-1998	0,370
12-ago-1998	0,370
13-ago-1998	0,318
14-ago-1998	0,271
15-ago-1998	0,370
16-ago-1998	0,370
17-ago-1998	0,370
18-ago-1998	0,490
19-ago-1998	0,490
20-ago-1998	0,370
21-ago-1998	0,370
22-ago-1998	0,370
23-ago-1998	0,370
24-ago-1998	0,370
25-ago-1998	0,318
26-ago-1998	0,318
27-ago-1998	0,318
28-ago-1998	0,318
29-ago-1998	0,318
30-ago-1998	0,318
31-ago-1998	0,318
1-sep-1998	0,318
2-sep-1998	0,629
3-sep-1998	0,878
4-sep-1998	0,557
5-sep-1998	0,428
6-sep-1998	0,490
7-sep-1998	0,490
8-sep-1998	0,557
9-sep-1998	0,490
10-sep-1998	0,370
11-sep-1998	0,318
12-sep-1998	0,318
13-sep-1998	0,790
14-sep-1998	4,821
15-sep-1998	4,313

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
16-sep-1998	2,988
17-sep-1998	1,808
18-sep-1998	1,292
19-sep-1998	0,973
20-sep-1998	0,790
21-sep-1998	0,629
22-sep-1998	0,557
23-sep-1998	0,629
24-sep-1998	4,313
25-sep-1998	3,396
26-sep-1998	4,071
27-sep-1998	2,988
28-sep-1998	1,808
29-sep-1998	1,537
30-sep-1998	9,134
1-oct-1998	6,232
2-oct-1998	4,821
3-oct-1998	21,581
4-oct-1998	8,469
5-oct-1998	6,536
6-oct-1998	6,847
7-oct-1998	5,645
8-oct-1998	42,755
9-oct-1998	157,637
10-oct-1998	60,964
11-oct-1998	26,530
12-oct-1998	26,530
13-oct-1998	23,628
14-oct-1998	14,213
15-oct-1998	9,466
16-oct-1998	7,163
17-oct-1998	5,645
18-oct-1998	4,821
19-oct-1998	4,563
20-oct-1998	7,484
21-oct-1998	6,232
22-oct-1998	4,821
23-oct-1998	4,313
24-oct-1998	3,838
25-oct-1998	3,838
26-oct-1998	4,313
27-oct-1998	4,313
28-oct-1998	4,071
29-oct-1998	3,838
30-oct-1998	3,838
31-oct-1998	3,838
1-nov-1998	3,613
2-nov-1998	3,396
3-nov-1998	5,088
4-nov-1998	8,802
5-nov-1998	8,802

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
6-nov-1998	6,847
7-nov-1998	5,935
8-nov-1998	5,088
9-nov-1998	4,563
10-nov-1998	4,071
11-nov-1998	4,071
12-nov-1998	5,645
13-nov-1998	10,528
14-nov-1998	9,466
15-nov-1998	15,850
16-nov-1998	14,622
17-nov-1998	9,794
18-nov-1998	7,809
19-nov-1998	6,232
20-nov-1998	5,363
21-nov-1998	4,821
22-nov-1998	4,313
23-nov-1998	3,838
24-nov-1998	3,613
25-nov-1998	4,821
26-nov-1998	49,519
27-nov-1998	46,370
28-nov-1998	77,118
29-nov-1998	59,389
30-nov-1998	88,666
1-dic-1998	37,788
2-dic-1998	23,219
3-dic-1998	16,259
4-dic-1998	13,394
5-dic-1998	17,078
6-dic-1998	18,306
7-dic-1998	19,125
8-dic-1998	15,850
9-dic-1998	12,575
10-dic-1998	15,031
11-dic-1998	19,125
12-dic-1998	36,915
13-dic-1998	22,400
14-dic-1998	16,669
15-dic-1998	13,394
16-dic-1998	10,528
17-dic-1998	8,802
18-dic-1998	7,484
19-dic-1998	6,536
20-dic-1998	8,469
21-dic-1998	35,748
22-dic-1998	15,850
23-dic-1998	11,347
24-dic-1998	10,119
25-dic-1998	16,259
26-dic-1998	11,756



Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
27-dic-1998	9,466
28-dic-1998	8,469
29-dic-1998	7,484
30-dic-1998	19,534
31-dic-1998	29,107
1-ene-1999	16,669
2-ene-1999	11,756
3-ene-1999	9,134
4-ene-1999	7,809
5-ene-1999	6,847
6-ene-1999	5,935
7-ene-1999	5,363
8-ene-1999	4,821
9-ene-1999	5,645
10-ene-1999	33,387
11-ene-1999	20,353
12-ene-1999	13,394
13-ene-1999	14,213
14-ene-1999	29,735
15-ene-1999	32,790
16-ene-1999	22,400
17-ene-1999	21,990
18-ene-1999	29,107
19-ene-1999	19,944
20-ene-1999	15,441
21-ene-1999	13,803
22-ene-1999	12,166
23-ene-1999	11,347
24-ene-1999	9,466
25-ene-1999	8,469
26-ene-1999	7,484
27-ene-1999	7,484
28-ene-1999	28,474
29-ene-1999	46,063
30-ene-1999	44,846
31-ene-1999	22,809
1-feb-1999	16,259
2-feb-1999	12,166
3-feb-1999	10,119
4-feb-1999	8,802
5-feb-1999	7,809
6-feb-1999	7,163
7-feb-1999	7,809
8-feb-1999	24,856
9-feb-1999	18,716
10-feb-1999	23,219
11-feb-1999	17,488
12-feb-1999	18,716
13-feb-1999	17,488
14-feb-1999	13,394
15-feb-1999	11,756

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
16-feb-1999	15,441
17-feb-1999	54,579
18-feb-1999	78,189
19-feb-1999	53,529
20-feb-1999	29,735
21-feb-1999	25,195
22-feb-1999	37,788
23-feb-1999	78,731
24-feb-1999	55,650
25-feb-1999	63,420
26-feb-1999	31,277
27-feb-1999	22,809
28-feb-1999	21,581
1-mar-1999	18,306
2-mar-1999	15,031
3-mar-1999	12,575
4-mar-1999	19,534
5-mar-1999	17,488
6-mar-1999	24,447
7-mar-1999	24,856
8-mar-1999	24,856
9-mar-1999	23,628
10-mar-1999	19,944
11-mar-1999	17,488
12-mar-1999	19,125
13-mar-1999	17,897
14-mar-1999	20,353
15-mar-1999	15,850
16-mar-1999	13,394
17-mar-1999	11,347
18-mar-1999	9,794
19-mar-1999	8,469
20-mar-1999	7,809
21-mar-1999	7,163
22-mar-1999	6,536
23-mar-1999	6,536
24-mar-1999	5,645
25-mar-1999	5,363
26-mar-1999	8,469
27-mar-1999	17,488
28-mar-1999	34,573
29-mar-1999	26,859
30-mar-1999	17,897
31-mar-1999	14,213
1-abr-1999	10,938
2-abr-1999	9,134
3-abr-1999	7,484
4-abr-1999	6,536
5-abr-1999	5,935
6-abr-1999	5,363
7-abr-1999	4,821

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
8-abr-1999	4,821
9-abr-1999	5,088
10-abr-1999	4,563
11-abr-1999	4,071
12-abr-1999	4,071
13-abr-1999	7,163
14-abr-1999	10,119
15-abr-1999	13,394
16-abr-1999	12,985
17-abr-1999	10,119
18-abr-1999	18,716
19-abr-1999	13,803
20-abr-1999	11,347
21-abr-1999	12,575
22-abr-1999	9,794
23-abr-1999	8,469
24-abr-1999	8,138
25-abr-1999	6,847
26-abr-1999	6,536
27-abr-1999	5,935
28-abr-1999	6,232
29-abr-1999	9,134
30-abr-1999	7,484
1-may-1999	6,232
2-may-1999	5,645
3-may-1999	5,645
4-may-1999	9,794
5-may-1999	8,802
6-may-1999	6,232
7-may-1999	8,138
8-may-1999	10,938
9-may-1999	6,232
10-may-1999	4,821
11-may-1999	4,071
12-may-1999	3,396
13-may-1999	2,988
14-may-1999	2,796
15-may-1999	2,988
16-may-1999	4,563
17-may-1999	12,985
18-may-1999	10,528
19-may-1999	8,802
20-may-1999	9,466
21-may-1999	14,213
22-may-1999	12,166
23-may-1999	8,469
24-may-1999	6,536
25-may-1999	5,088
26-may-1999	4,313
27-may-1999	3,613
28-may-1999	3,188

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
29-may-1999	2,796
30-may-1999	2,436
31-may-1999	2,436
1-jun-1999	2,796
2-jun-1999	5,363
3-jun-1999	3,396
4-jun-1999	2,612
5-jun-1999	2,796
6-jun-1999	4,563
7-jun-1999	8,469
8-jun-1999	8,469
9-jun-1999	7,809
10-jun-1999	6,847
11-jun-1999	7,163
12-jun-1999	6,536
13-jun-1999	3,188
14-jun-1999	1,537
15-jun-1999	1,292
16-jun-1999	1,292
17-jun-1999	1,180
18-jun-1999	1,180
19-jun-1999	1,292
20-jun-1999	1,292
21-jun-1999	1,180
22-jun-1999	1,180
23-jun-1999	1,180
24-jun-1999	0,973
25-jun-1999	0,973
26-jun-1999	0,878
27-jun-1999	0,790
28-jun-1999	0,790
29-jun-1999	0,790
30-jun-1999	0,707
1-jul-1999	0,707
2-jul-1999	0,629
3-jul-1999	0,557
4-jul-1999	0,557
5-jul-1999	0,557
6-jul-1999	0,790
7-jul-1999	0,878
8-jul-1999	0,707
9-jul-1999	0,629
10-jul-1999	0,557
11-jul-1999	0,490
12-jul-1999	0,629
13-jul-1999	0,878
14-jul-1999	0,878
15-jul-1999	0,707
16-jul-1999	0,629
17-jul-1999	0,557
18-jul-1999	0,490

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
19-jul-1999	0,490
20-jul-1999	0,490
21-jul-1999	0,490
22-jul-1999	0,428
23-jul-1999	0,370
24-jul-1999	0,370
25-jul-1999	0,370
26-jul-1999	0,370
27-jul-1999	0,428
28-jul-1999	1,073
29-jul-1999	1,073
30-jul-1999	0,878
31-jul-1999	0,790
1-ago-1999	0,707
2-ago-1999	0,707
3-ago-1999	0,629
4-ago-1999	0,790
5-ago-1999	0,707
6-ago-1999	0,707
7-ago-1999	0,629
8-ago-1999	0,629
9-ago-1999	0,629
10-ago-1999	0,629
11-ago-1999	0,557
12-ago-1999	0,557
13-ago-1999	0,490
14-ago-1999	0,490
15-ago-1999	0,428
16-ago-1999	0,428
17-ago-1999	0,370
18-ago-1999	0,370
19-ago-1999	0,370
20-ago-1999	0,370
21-ago-1999	0,318
22-ago-1999	0,318
23-ago-1999	0,318
24-ago-1999	0,271
25-ago-1999	0,228
26-ago-1999	0,189
27-ago-1999	0,189
28-ago-1999	0,189
29-ago-1999	0,189
30-ago-1999	0,189
31-ago-1999	0,189
1-sep-1999	0,189
2-sep-1999	0,228
3-sep-1999	0,189
4-sep-1999	0,189
5-sep-1999	0,189
6-sep-1999	0,228
7-sep-1999	0,557

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
8-sep-1999	0,557
9-sep-1999	0,370
10-sep-1999	0,318
11-sep-1999	0,228
12-sep-1999	0,228
13-sep-1999	0,318
14-sep-1999	3,396
15-sep-1999	1,669
16-sep-1999	0,973
17-sep-1999	0,790
18-sep-1999	0,629
19-sep-1999	0,629
20-sep-1999	0,629
21-sep-1999	0,629
22-sep-1999	0,557
23-sep-1999	0,557
24-sep-1999	0,557
25-sep-1999	0,629
26-sep-1999	0,790
27-sep-1999	0,629
28-sep-1999	0,557
29-sep-1999	0,490
30-sep-1999	0,490
1-oct-1999	0,629
2-oct-1999	0,707
3-oct-1999	0,557
4-oct-1999	0,557
5-oct-1999	0,490
6-oct-1999	0,557
7-oct-1999	0,629
8-oct-1999	0,629
9-oct-1999	0,557
10-oct-1999	0,557
11-oct-1999	0,557
12-oct-1999	0,490
13-oct-1999	0,490
14-oct-1999	0,629
15-oct-1999	0,878
16-oct-1999	0,707
17-oct-1999	0,557
18-oct-1999	0,707
19-oct-1999	0,790
20-oct-1999	0,790
21-oct-1999	2,268
22-oct-1999	1,411
23-oct-1999	1,292
24-oct-1999	1,073
25-oct-1999	0,878
26-oct-1999	0,790
27-oct-1999	0,707
28-oct-1999	0,629

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
29-oct-1999	0,557
30-oct-1999	0,557
31-oct-1999	0,490
1-nov-1999	0,490
2-nov-1999	0,490
3-nov-1999	0,707
4-nov-1999	1,073
5-nov-1999	0,878
6-nov-1999	0,707
7-nov-1999	0,707
8-nov-1999	0,878
9-nov-1999	0,878
10-nov-1999	0,790
11-nov-1999	0,629
12-nov-1999	0,629
13-nov-1999	0,629
14-nov-1999	1,537
15-nov-1999	31,582
16-nov-1999	13,394
17-nov-1999	13,394
18-nov-1999	29,735
19-nov-1999	38,370
20-nov-1999	23,219
21-nov-1999	13,803
22-nov-1999	9,134
23-nov-1999	8,138
24-nov-1999	13,803
25-nov-1999	13,803
26-nov-1999	8,802
27-nov-1999	6,536
28-nov-1999	5,088
29-nov-1999	4,313
30-nov-1999	4,071
1-dic-1999	3,838
2-dic-1999	3,396
3-dic-1999	2,988
4-dic-1999	2,796
5-dic-1999	2,612
6-dic-1999	3,838
7-dic-1999	3,613
8-dic-1999	2,988
9-dic-1999	2,612
10-dic-1999	4,821
11-dic-1999	17,897
12-dic-1999	17,078
13-dic-1999	16,259
14-dic-1999	13,803
15-dic-1999	55,290
16-dic-1999	31,277
17-dic-1999	18,716
18-dic-1999	29,422

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
19-dic-1999	41,283
20-dic-1999	77,118
21-dic-1999	29,735
22-dic-1999	18,306
23-dic-1999	15,031
24-dic-1999	14,213
25-dic-1999	13,803
26-dic-1999	17,897
27-dic-1999	14,213
28-dic-1999	27,186
29-dic-1999	29,735
30-dic-1999	16,669
31-dic-1999	12,166
1-ene-2000	9,794
2-ene-2000	8,802
3-ene-2000	8,138
4-ene-2000	7,163
5-ene-2000	5,935
6-ene-2000	5,363
7-ene-2000	4,563
8-ene-2000	4,071
9-ene-2000	4,071
10-ene-2000	8,469
11-ene-2000	7,163
12-ene-2000	5,645
13-ene-2000	5,088
14-ene-2000	4,563
15-ene-2000	4,563
16-ene-2000	4,563
17-ene-2000	4,071
18-ene-2000	3,613
19-ene-2000	3,396
20-ene-2000	3,188
21-ene-2000	2,988
22-ene-2000	2,796
23-ene-2000	2,796
24-ene-2000	2,988
25-ene-2000	2,612
26-ene-2000	2,612
27-ene-2000	2,268
28-ene-2000	2,268
29-ene-2000	2,107
30-ene-2000	2,107
31-ene-2000	2,107
1-feb-2000	2,436
2-feb-2000	2,612
3-feb-2000	4,071
4-feb-2000	4,563
5-feb-2000	3,396
6-feb-2000	2,988
7-feb-2000	2,612

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
8-feb-2000	2,436
9-feb-2000	2,436
10-feb-2000	2,436
11-feb-2000	2,436
12-feb-2000	2,268
13-feb-2000	2,107
14-feb-2000	10,528
15-feb-2000	18,716
16-feb-2000	10,528
17-feb-2000	63,420
18-feb-2000	74,517
19-feb-2000	25,867
20-feb-2000	22,809
21-feb-2000	17,078
22-feb-2000	12,166
23-feb-2000	9,466
24-feb-2000	12,166
25-feb-2000	10,528
26-feb-2000	8,802
27-feb-2000	7,163
28-feb-2000	6,232
29-feb-2000	5,088
1-mar-2000	5,935
2-mar-2000	19,944
3-mar-2000	11,756
4-mar-2000	8,802
5-mar-2000	7,163
6-mar-2000	5,935
7-mar-2000	5,363
8-mar-2000	4,563
9-mar-2000	3,838
10-mar-2000	3,613
11-mar-2000	3,396
12-mar-2000	3,396
13-mar-2000	3,188
14-mar-2000	2,796
15-mar-2000	2,796
16-mar-2000	2,436
17-mar-2000	2,436
18-mar-2000	2,436
19-mar-2000	2,436
20-mar-2000	2,436
21-mar-2000	2,436
22-mar-2000	2,436
23-mar-2000	2,988
24-mar-2000	5,645
25-mar-2000	3,838
26-mar-2000	3,188
27-mar-2000	4,563
28-mar-2000	15,850
29-mar-2000	17,078

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
30-mar-2000	11,347
31-mar-2000	11,756
1-abr-2000	12,166
2-abr-2000	9,794
3-abr-2000	17,488
4-abr-2000	16,259
5-abr-2000	15,850
6-abr-2000	12,985
7-abr-2000	10,528
8-abr-2000	9,134
9-abr-2000	9,466
10-abr-2000	48,877
11-abr-2000	56,744
12-abr-2000	44,544
13-abr-2000	42,755
14-abr-2000	24,856
15-abr-2000	17,897
16-abr-2000	26,200
17-abr-2000	17,488
18-abr-2000	14,213
19-abr-2000	18,306
20-abr-2000	12,985
21-abr-2000	10,119
22-abr-2000	10,528
23-abr-2000	13,394
24-abr-2000	10,938
25-abr-2000	9,466
26-abr-2000	8,138
27-abr-2000	33,982
28-abr-2000	33,089
29-abr-2000	18,716
30-abr-2000	13,394
1-may-2000	10,119
2-may-2000	8,138
3-may-2000	7,163
4-may-2000	5,363
5-may-2000	4,821
6-may-2000	5,363
7-may-2000	4,563
8-may-2000	3,838
9-may-2000	3,613
10-may-2000	5,935
11-may-2000	5,645
12-may-2000	6,536
13-may-2000	11,756
14-may-2000	5,645
15-may-2000	4,313
16-may-2000	4,563
17-may-2000	5,935
18-may-2000	4,563
19-may-2000	4,071

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
20-may-2000	3,613
21-may-2000	3,188
22-may-2000	2,988
23-may-2000	2,796
24-may-2000	2,436
25-may-2000	2,268
26-may-2000	2,268
27-may-2000	2,612
28-may-2000	2,612
29-may-2000	2,268
30-may-2000	2,268
31-may-2000	2,107
1-jun-2000	1,808
2-jun-2000	1,808
3-jun-2000	1,537
4-jun-2000	1,411
5-jun-2000	1,537
6-jun-2000	1,954
7-jun-2000	1,537
8-jun-2000	1,411
9-jun-2000	1,411
10-jun-2000	3,188
11-jun-2000	4,313
12-jun-2000	2,988
13-jun-2000	2,268
14-jun-2000	1,954
15-jun-2000	1,669
16-jun-2000	1,537
17-jun-2000	1,292
18-jun-2000	1,180
19-jun-2000	0,973
20-jun-2000	0,878
21-jun-2000	0,878
22-jun-2000	0,707
23-jun-2000	0,707
24-jun-2000	0,707
25-jun-2000	0,707
26-jun-2000	0,707
27-jun-2000	0,878
28-jun-2000	0,878
29-jun-2000	0,629
30-jun-2000	0,629
1-jul-2000	0,490
2-jul-2000	0,557
3-jul-2000	0,490
4-jul-2000	0,557
5-jul-2000	0,629
6-jul-2000	0,557
7-jul-2000	0,490
8-jul-2000	0,428
9-jul-2000	0,428

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
10-jul-2000	0,629
11-jul-2000	1,411
12-jul-2000	1,292
13-jul-2000	1,180
14-jul-2000	0,973
15-jul-2000	2,268
16-jul-2000	7,163
17-jul-2000	4,313
18-jul-2000	2,268
19-jul-2000	1,537
20-jul-2000	1,180
21-jul-2000	0,973
22-jul-2000	0,878
23-jul-2000	0,707
24-jul-2000	0,629
25-jul-2000	0,707
26-jul-2000	1,411
27-jul-2000	1,954
28-jul-2000	0,790
29-jul-2000	0,629
30-jul-2000	0,629
31-jul-2000	0,557
1-ago-2000	0,490
2-ago-2000	0,490
3-ago-2000	0,428
4-ago-2000	0,428
5-ago-2000	0,707
6-ago-2000	1,292
7-ago-2000	1,073
8-ago-2000	0,878
9-ago-2000	0,707
10-ago-2000	0,629
11-ago-2000	0,707
12-ago-2000	3,613
13-ago-2000	1,954
14-ago-2000	1,292
15-ago-2000	0,973
16-ago-2000	0,790
17-ago-2000	0,790
18-ago-2000	0,707
19-ago-2000	0,629
20-ago-2000	0,557
21-ago-2000	0,629
22-ago-2000	0,557
23-ago-2000	0,557
24-ago-2000	0,490
25-ago-2000	0,428
26-ago-2000	0,370
27-ago-2000	0,370
28-ago-2000	0,370
29-ago-2000	0,370

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
30-ago-2000	0,370
31-ago-2000	0,370
1-sep-2000	0,428
2-sep-2000	0,370
3-sep-2000	0,318
4-sep-2000	0,370
5-sep-2000	0,370
6-sep-2000	0,370
7-sep-2000	0,370
8-sep-2000	0,370
9-sep-2000	0,318
10-sep-2000	0,318
11-sep-2000	0,318
12-sep-2000	0,318
13-sep-2000	0,318
14-sep-2000	0,318
15-sep-2000	0,318
16-sep-2000	0,318
17-sep-2000	0,271
18-sep-2000	0,271
19-sep-2000	0,318
20-sep-2000	0,557
21-sep-2000	0,629
22-sep-2000	0,428
23-sep-2000	0,318
24-sep-2000	0,318
25-sep-2000	0,271
26-sep-2000	0,271
27-sep-2000	0,271
28-sep-2000	0,271
29-sep-2000	0,228
30-sep-2000	0,228
1-oct-2000	0,318
2-oct-2000	1,954
3-oct-2000	2,268
4-oct-2000	1,537
5-oct-2000	1,073
6-oct-2000	0,790
7-oct-2000	0,707
8-oct-2000	0,707
9-oct-2000	0,629
10-oct-2000	0,629
11-oct-2000	1,411
12-oct-2000	6,232
13-oct-2000	2,988
14-oct-2000	27,186
15-oct-2000	15,850
16-oct-2000	41,576
17-oct-2000	13,803
18-oct-2000	6,847
19-oct-2000	4,071

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
20-oct-2000	2,988
21-oct-2000	24,856
22-oct-2000	31,582
23-oct-2000	11,347
24-oct-2000	10,528
25-oct-2000	7,163
26-oct-2000	5,363
27-oct-2000	4,071
28-oct-2000	3,188
29-oct-2000	2,988
30-oct-2000	2,612
31-oct-2000	12,575
1-nov-2000	8,802
2-nov-2000	9,794
3-nov-2000	13,394
4-nov-2000	9,134
5-nov-2000	9,794
6-nov-2000	47,612
7-nov-2000	19,125
8-nov-2000	11,756
9-nov-2000	8,138
10-nov-2000	5,935
11-nov-2000	5,088
12-nov-2000	4,563
13-nov-2000	5,645
14-nov-2000	6,847
15-nov-2000	5,645
16-nov-2000	4,563
17-nov-2000	14,213
18-nov-2000	26,530
19-nov-2000	22,809
20-nov-2000	26,200
21-nov-2000	25,532
22-nov-2000	19,944
23-nov-2000	46,063
24-nov-2000	34,278
25-nov-2000	32,489
26-nov-2000	31,277
27-nov-2000	45,452
28-nov-2000	22,809
29-nov-2000	15,850
30-nov-2000	14,622
1-dic-2000	11,756
2-dic-2000	10,119
3-dic-2000	14,622
4-dic-2000	11,347
5-dic-2000	9,134
6-dic-2000	8,138
7-dic-2000	21,172
8-dic-2000	17,488
9-dic-2000	12,166

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
10-dic-2000	9,466
11-dic-2000	8,138
12-dic-2000	7,163
13-dic-2000	5,935
14-dic-2000	5,645
15-dic-2000	8,469
16-dic-2000	8,802
17-dic-2000	7,809
18-dic-2000	6,847
19-dic-2000	5,935
20-dic-2000	5,645
21-dic-2000	5,088
22-dic-2000	4,563
23-dic-2000	20,762
24-dic-2000	19,944
25-dic-2000	16,259
26-dic-2000	11,347
27-dic-2000	9,134
28-dic-2000	30,972
29-dic-2000	43,944
30-dic-2000	44,846
31-dic-2000	33,089
1-ene-2001	21,172
2-ene-2001	21,581
3-ene-2001	17,078
4-ene-2001	16,669
5-ene-2001	14,622
6-ene-2001	22,400
7-ene-2001	21,990
8-ene-2001	25,195
9-ene-2001	21,172
10-ene-2001	15,850
11-ene-2001	16,259
12-ene-2001	29,422
13-ene-2001	17,897
14-ene-2001	14,622
15-ene-2001	12,575
16-ene-2001	10,119
17-ene-2001	9,134
18-ene-2001	9,794
19-ene-2001	15,441
20-ene-2001	20,762
21-ene-2001	17,488
22-ene-2001	13,394
23-ene-2001	10,938
24-ene-2001	13,803
25-ene-2001	15,031
26-ene-2001	16,669
27-ene-2001	44,846
28-ene-2001	31,277
29-ene-2001	109,092

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
30-ene-2001	43,646
31-ene-2001	60,171
1-feb-2001	70,573
2-feb-2001	35,162
3-feb-2001	23,219
4-feb-2001	17,897
5-feb-2001	14,622
6-feb-2001	12,166
7-feb-2001	11,347
8-feb-2001	9,794
9-feb-2001	8,469
10-feb-2001	7,809
11-feb-2001	9,134
12-feb-2001	7,484
13-feb-2001	6,536
14-feb-2001	6,232
15-feb-2001	5,935
16-feb-2001	5,645
17-feb-2001	4,821
18-feb-2001	4,563
19-feb-2001	4,821
20-feb-2001	4,821
21-feb-2001	4,313
22-feb-2001	4,313
23-feb-2001	4,071
24-feb-2001	4,071
25-feb-2001	4,563
26-feb-2001	5,363
27-feb-2001	6,232
28-feb-2001	7,163
1-mar-2001	8,469
2-mar-2001	42,164
3-mar-2001	38,660
4-mar-2001	36,624
5-mar-2001	33,982
6-mar-2001	20,762
7-mar-2001	16,259
8-mar-2001	15,850
9-mar-2001	11,756
10-mar-2001	21,172
11-mar-2001	31,582
12-mar-2001	34,278
13-mar-2001	33,387
14-mar-2001	19,534
15-mar-2001	14,622
16-mar-2001	11,756
17-mar-2001	10,119
18-mar-2001	8,469
19-mar-2001	7,163
20-mar-2001	7,163
21-mar-2001	6,536

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
22-mar-2001	5,935
23-mar-2001	5,363
24-mar-2001	4,821
25-mar-2001	4,563
26-mar-2001	4,313
27-mar-2001	4,071
28-mar-2001	3,613
29-mar-2001	4,821
30-mar-2001	16,669
31-mar-2001	23,628
1-abr-2001	16,669
2-abr-2001	10,938
3-abr-2001	9,134
4-abr-2001	7,484
5-abr-2001	6,536
6-abr-2001	5,935
7-abr-2001	8,802
8-abr-2001	20,762
9-abr-2001	17,078
10-abr-2001	10,938
11-abr-2001	12,575
12-abr-2001	17,488
13-abr-2001	11,756
14-abr-2001	9,134
15-abr-2001	7,484
16-abr-2001	6,536
17-abr-2001	5,645
18-abr-2001	4,821
19-abr-2001	4,563
20-abr-2001	4,313
21-abr-2001	9,134
22-abr-2001	17,488
23-abr-2001	51,488
24-abr-2001	22,809
25-abr-2001	15,031
26-abr-2001	10,528
27-abr-2001	8,469
28-abr-2001	6,847
29-abr-2001	5,935
30-abr-2001	5,645
1-may-2001	5,363
2-may-2001	7,484
3-may-2001	7,484
4-may-2001	8,138
5-may-2001	20,353
6-may-2001	16,259
7-may-2001	12,985
8-may-2001	9,794
9-may-2001	7,809
10-may-2001	6,232
11-may-2001	5,645

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
12-may-2001	5,088
13-may-2001	4,563
14-may-2001	4,071
15-may-2001	3,613
16-may-2001	2,988
17-may-2001	3,188
18-may-2001	2,796
19-may-2001	2,796
20-may-2001	2,612
21-may-2001	2,436
22-may-2001	2,268
23-may-2001	1,954
24-may-2001	1,808
25-may-2001	1,808
26-may-2001	1,537
27-may-2001	1,537
28-may-2001	1,411
29-may-2001	1,292
30-may-2001	1,180
31-may-2001	1,073
1-jun-2001	0,973
2-jun-2001	0,973
3-jun-2001	0,878
4-jun-2001	0,878
5-jun-2001	0,790
6-jun-2001	0,790
7-jun-2001	0,790
8-jun-2001	0,707
9-jun-2001	0,707
10-jun-2001	0,973
11-jun-2001	2,268
12-jun-2001	1,292
13-jun-2001	0,973
14-jun-2001	0,878
15-jun-2001	0,790
16-jun-2001	0,707
17-jun-2001	0,707
18-jun-2001	0,707
19-jun-2001	0,707
20-jun-2001	0,629
21-jun-2001	0,629
22-jun-2001	0,557
23-jun-2001	0,490
24-jun-2001	0,428
25-jun-2001	0,428
26-jun-2001	0,428
27-jun-2001	0,428
28-jun-2001	0,370
29-jun-2001	0,428
30-jun-2001	0,370
1-jul-2001	0,318



Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
2-jul-2001	0,318
3-jul-2001	0,370
4-jul-2001	0,370
5-jul-2001	0,370
6-jul-2001	0,878
7-jul-2001	0,790
8-jul-2001	0,629
9-jul-2001	0,629
10-jul-2001	1,073
11-jul-2001	0,707
12-jul-2001	0,629
13-jul-2001	0,557
14-jul-2001	0,490
15-jul-2001	0,490
16-jul-2001	0,557
17-jul-2001	0,629
18-jul-2001	0,557
19-jul-2001	0,557
20-jul-2001	0,790
21-jul-2001	0,878
22-jul-2001	0,707
23-jul-2001	0,557
24-jul-2001	0,490
25-jul-2001	0,490
26-jul-2001	0,428
27-jul-2001	0,370
28-jul-2001	0,370
29-jul-2001	0,790
30-jul-2001	0,707
31-jul-2001	0,557
1-ago-2001	0,428
2-ago-2001	0,271
3-ago-2001	0,271
4-ago-2001	0,271
5-ago-2001	0,271
6-ago-2001	0,271
7-ago-2001	0,271
8-ago-2001	0,228
9-ago-2001	0,271
10-ago-2001	0,271
11-ago-2001	0,271
12-ago-2001	0,271
13-ago-2001	0,271
14-ago-2001	0,271
15-ago-2001	0,271
16-ago-2001	0,428
17-ago-2001	0,370
18-ago-2001	0,189
19-ago-2001	0,189
20-ago-2001	0,189
21-ago-2001	0,155

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
22-ago-2001	0,155
23-ago-2001	0,155
24-ago-2001	0,155
25-ago-2001	0,155
26-ago-2001	0,155
27-ago-2001	0,125
28-ago-2001	0,125
29-ago-2001	0,125
30-ago-2001	0,155
31-ago-2001	0,189
1-sep-2001	0,189
2-sep-2001	0,189
3-sep-2001	0,155
4-sep-2001	0,155
5-sep-2001	0,155
6-sep-2001	0,155
7-sep-2001	0,155
8-sep-2001	0,189
9-sep-2001	0,189
10-sep-2001	0,189
11-sep-2001	0,189
12-sep-2001	0,155
13-sep-2001	0,155
14-sep-2001	0,189
15-sep-2001	0,189
16-sep-2001	0,189
17-sep-2001	0,228
18-sep-2001	0,189
19-sep-2001	0,228
20-sep-2001	0,271
21-sep-2001	0,271
22-sep-2001	0,370
23-sep-2001	1,073
24-sep-2001	0,973
25-sep-2001	0,707
26-sep-2001	0,490
27-sep-2001	0,428
28-sep-2001	0,370
29-sep-2001	0,318
30-sep-2001	0,318
1-oct-2001	0,318
2-oct-2001	0,271
3-oct-2001	0,271
4-oct-2001	0,370
5-oct-2001	0,629
6-oct-2001	0,557
7-oct-2001	0,557
8-oct-2001	0,490
9-oct-2001	0,428
10-oct-2001	0,318
11-oct-2001	0,428

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
12-oct-2001	0,370
13-oct-2001	0,271
14-oct-2001	0,271
15-oct-2001	0,271
16-oct-2001	0,228
17-oct-2001	0,271
18-oct-2001	0,318
19-oct-2001	0,707
20-oct-2001	4,563
21-oct-2001	2,268
22-oct-2001	1,537
23-oct-2001	1,073
24-oct-2001	0,790
25-oct-2001	0,707
26-oct-2001	0,557
27-oct-2001	0,557
28-oct-2001	0,428
29-oct-2001	0,318
30-oct-2001	0,370
31-oct-2001	0,370
1-nov-2001	0,370
2-nov-2001	0,370
3-nov-2001	0,370
4-nov-2001	0,370
5-nov-2001	0,428
6-nov-2001	0,370
7-nov-2001	0,370
8-nov-2001	0,370
9-nov-2001	1,180
10-nov-2001	2,612
11-nov-2001	1,537
12-nov-2001	1,180
13-nov-2001	7,163
14-nov-2001	40,698
15-nov-2001	14,622
16-nov-2001	8,138
17-nov-2001	11,756
18-nov-2001	8,138
19-nov-2001	7,163
20-nov-2001	8,469
21-nov-2001	7,484
22-nov-2001	5,088
23-nov-2001	3,838
24-nov-2001	3,188
25-nov-2001	3,396
26-nov-2001	2,988
27-nov-2001	2,612
28-nov-2001	2,612
29-nov-2001	4,563
30-nov-2001	4,563
1-dic-2001	3,396

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
2-dic-2001	2,988
3-dic-2001	2,612
4-dic-2001	2,268
5-dic-2001	2,107
6-dic-2001	1,808
7-dic-2001	1,669
8-dic-2001	1,669
9-dic-2001	1,411
10-dic-2001	1,411
11-dic-2001	1,292
12-dic-2001	1,180
13-dic-2001	1,180
14-dic-2001	1,180
15-dic-2001	1,073
16-dic-2001	1,073
17-dic-2001	1,073
18-dic-2001	1,073
19-dic-2001	0,973
20-dic-2001	0,878
21-dic-2001	0,790
22-dic-2001	0,790
23-dic-2001	0,790
24-dic-2001	0,707
25-dic-2001	0,629
26-dic-2001	0,707
27-dic-2001	1,537
28-dic-2001	2,107
29-dic-2001	1,411
30-dic-2001	1,537
31-dic-2001	4,071
1-ene-2002	4,071
2-ene-2002	4,313
3-ene-2002	7,809
4-ene-2002	9,134
5-ene-2002	8,138
6-ene-2002	5,645
7-ene-2002	4,313
8-ene-2002	3,613
9-ene-2002	2,988
10-ene-2002	2,612
11-ene-2002	2,268
12-ene-2002	1,954
13-ene-2002	1,808
14-ene-2002	1,808
15-ene-2002	1,954
16-ene-2002	9,794
17-ene-2002	16,669
18-ene-2002	9,134
19-ene-2002	7,163
20-ene-2002	6,536
21-ene-2002	5,363

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
22-ene-2002	4,563
23-ene-2002	3,613
24-ene-2002	3,188
25-ene-2002	2,796
26-ene-2002	2,612
27-ene-2002	2,436
28-ene-2002	2,268
29-ene-2002	2,107
30-ene-2002	1,954
31-ene-2002	1,808
1-feb-2002	1,669
2-feb-2002	1,537
3-feb-2002	1,411
4-feb-2002	1,411
5-feb-2002	1,411
6-feb-2002	9,794
7-feb-2002	34,573
8-feb-2002	14,622
9-feb-2002	10,528
10-feb-2002	7,809
11-feb-2002	6,232
12-feb-2002	4,821
13-feb-2002	3,838
14-feb-2002	12,166
15-feb-2002	56,744
16-feb-2002	26,530
17-feb-2002	15,031
18-feb-2002	12,575
19-feb-2002	17,078
20-feb-2002	15,031
21-feb-2002	37,207
22-feb-2002	30,046
23-feb-2002	25,195
24-feb-2002	26,200
25-feb-2002	20,353
26-feb-2002	15,441
27-feb-2002	12,166
28-feb-2002	10,119
1-mar-2002	8,802
2-mar-2002	7,163
3-mar-2002	6,232
4-mar-2002	5,363
5-mar-2002	5,363
6-mar-2002	15,441
7-mar-2002	15,850
8-mar-2002	22,400
9-mar-2002	16,259
10-mar-2002	11,347
11-mar-2002	8,802
12-mar-2002	7,163
13-mar-2002	6,232

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
14-mar-2002	6,536
15-mar-2002	7,163
16-mar-2002	6,232
17-mar-2002	7,809
18-mar-2002	6,847
19-mar-2002	5,935
20-mar-2002	4,821
21-mar-2002	4,071
22-mar-2002	3,838
23-mar-2002	3,613
24-mar-2002	3,613
25-mar-2002	3,396
26-mar-2002	2,988
27-mar-2002	2,796
28-mar-2002	2,612
29-mar-2002	2,612
30-mar-2002	2,436
31-mar-2002	2,268
1-abr-2002	2,107
2-abr-2002	2,107
3-abr-2002	2,796
4-abr-2002	16,259
5-abr-2002	10,528
6-abr-2002	12,575
7-abr-2002	12,166
8-abr-2002	8,138
9-abr-2002	6,536
10-abr-2002	5,645
11-abr-2002	9,134
12-abr-2002	16,669
13-abr-2002	15,850
14-abr-2002	12,166
15-abr-2002	10,528
16-abr-2002	9,134
17-abr-2002	7,484
18-abr-2002	6,232
19-abr-2002	5,363
20-abr-2002	4,313
21-abr-2002	3,838
22-abr-2002	3,396
23-abr-2002	2,988
24-abr-2002	2,796
25-abr-2002	2,612
26-abr-2002	2,612
27-abr-2002	2,436
28-abr-2002	2,268
29-abr-2002	2,268
30-abr-2002	2,107
1-may-2002	1,954
2-may-2002	1,954
3-may-2002	3,396



Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
4-may-2002	16,259
5-may-2002	9,134
6-may-2002	6,536
7-may-2002	5,088
8-may-2002	9,134
9-may-2002	69,160
10-may-2002	52,499
11-may-2002	22,400
12-may-2002	16,669
13-may-2002	11,347
14-may-2002	8,138
15-may-2002	6,232
16-may-2002	5,088
17-may-2002	4,313
18-may-2002	3,838
19-may-2002	2,988
20-may-2002	2,796
21-may-2002	2,796
22-may-2002	2,612
23-may-2002	2,796
24-may-2002	2,612
25-may-2002	2,107
26-may-2002	1,954
27-may-2002	1,954
28-may-2002	1,808
29-may-2002	1,669
30-may-2002	1,537
31-may-2002	1,537
1-jun-2002	1,411
2-jun-2002	1,808
3-jun-2002	1,537
4-jun-2002	1,411
5-jun-2002	8,138
6-jun-2002	6,232
7-jun-2002	5,935
8-jun-2002	22,400
9-jun-2002	12,166
10-jun-2002	7,484
11-jun-2002	5,363
12-jun-2002	4,071
13-jun-2002	2,988
14-jun-2002	2,612
15-jun-2002	2,268
16-jun-2002	1,954
17-jun-2002	1,669
18-jun-2002	1,411
19-jun-2002	1,292
20-jun-2002	1,411
21-jun-2002	1,411
22-jun-2002	1,292
23-jun-2002	1,180

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
24-jun-2002	1,073
25-jun-2002	1,411
26-jun-2002	1,537
27-jun-2002	1,180
28-jun-2002	1,180
29-jun-2002	1,073
30-jun-2002	1,073
1-jul-2002	1,073
2-jul-2002	0,973
3-jul-2002	0,878
4-jul-2002	0,790
5-jul-2002	0,878
6-jul-2002	0,878
7-jul-2002	0,878
8-jul-2002	0,878
9-jul-2002	1,411
10-jul-2002	1,411
11-jul-2002	1,292
12-jul-2002	0,973
13-jul-2002	0,973
14-jul-2002	0,790
15-jul-2002	0,878
16-jul-2002	0,878
17-jul-2002	0,790
18-jul-2002	0,878
19-jul-2002	0,878
20-jul-2002	0,790
21-jul-2002	0,790
22-jul-2002	0,790
23-jul-2002	0,878
24-jul-2002	1,292
25-jul-2002	0,878
26-jul-2002	0,790
27-jul-2002	0,790
28-jul-2002	0,790
29-jul-2002	0,707
30-jul-2002	0,707
31-jul-2002	0,790
1-ago-2002	1,411
2-ago-2002	0,973
3-ago-2002	0,790
4-ago-2002	0,707
5-ago-2002	0,629
6-ago-2002	0,629
7-ago-2002	0,557
8-ago-2002	0,557
9-ago-2002	0,629
10-ago-2002	0,878
11-ago-2002	1,669
12-ago-2002	1,669
13-ago-2002	1,411

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
14-ago-2002	1,292
15-ago-2002	0,973
16-ago-2002	0,878
17-ago-2002	0,707
18-ago-2002	0,629
19-ago-2002	0,629
20-ago-2002	0,629
21-ago-2002	0,490
22-ago-2002	0,428
23-ago-2002	0,428
24-ago-2002	0,790
25-ago-2002	0,878
26-ago-2002	0,790
27-ago-2002	0,707
28-ago-2002	1,292
29-ago-2002	9,134
30-ago-2002	4,563
31-ago-2002	2,796
1-sep-2002	2,107
2-sep-2002	1,537
3-sep-2002	1,411
4-sep-2002	1,292
5-sep-2002	1,073
6-sep-2002	0,973
7-sep-2002	0,878
8-sep-2002	0,973
9-sep-2002	4,071
10-sep-2002	3,396
11-sep-2002	1,954
12-sep-2002	1,537
13-sep-2002	1,292
14-sep-2002	1,073
15-sep-2002	0,973
16-sep-2002	0,878
17-sep-2002	0,790
18-sep-2002	0,878
19-sep-2002	0,790
20-sep-2002	0,707
21-sep-2002	0,707
22-sep-2002	0,790
23-sep-2002	0,973
24-sep-2002	0,878
25-sep-2002	0,790
26-sep-2002	0,707
27-sep-2002	0,707
28-sep-2002	0,707
29-sep-2002	0,629
30-sep-2002	0,629
1-oct-2002	0,557
2-oct-2002	0,557
3-oct-2002	0,557

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
4-oct-2002	0,629
5-oct-2002	0,629
6-oct-2002	0,557
7-oct-2002	0,557
8-oct-2002	0,707
9-oct-2002	0,790
10-oct-2002	3,838
11-oct-2002	18,306
12-oct-2002	7,484
13-oct-2002	6,536
14-oct-2002	4,071
15-oct-2002	2,796
16-oct-2002	2,436
17-oct-2002	2,107
18-oct-2002	2,107
19-oct-2002	2,268
20-oct-2002	1,954
21-oct-2002	1,669
22-oct-2002	1,537
23-oct-2002	1,537
24-oct-2002	1,669
25-oct-2002	1,669
26-oct-2002	1,669
27-oct-2002	1,537
28-oct-2002	1,292
29-oct-2002	1,180
30-oct-2002	1,073
31-oct-2002	1,073
1-nov-2002	1,411
2-nov-2002	1,292
3-nov-2002	1,180
4-nov-2002	1,180
5-nov-2002	2,796
6-nov-2002	3,188
7-nov-2002	25,195
8-nov-2002	38,079
9-nov-2002	29,107
10-nov-2002	41,870
11-nov-2002	18,716
12-nov-2002	11,347
13-nov-2002	7,809
14-nov-2002	7,163
15-nov-2002	6,232
16-nov-2002	5,088
17-nov-2002	4,071
18-nov-2002	3,396
19-nov-2002	2,796
20-nov-2002	8,469
21-nov-2002	10,938
22-nov-2002	10,119
23-nov-2002	7,163

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
24-nov-2002	5,935
25-nov-2002	12,575
26-nov-2002	9,134
27-nov-2002	6,847
28-nov-2002	5,363
29-nov-2002	5,088
30-nov-2002	8,802
1-dic-2002	44,544
2-dic-2002	118,118
3-dic-2002	204,569
4-dic-2002	194,872
5-dic-2002	177,890
6-dic-2002	203,160
7-dic-2002	113,102
8-dic-2002	40,406
9-dic-2002	25,532
10-dic-2002	30,046
11-dic-2002	25,867
12-dic-2002	19,944
13-dic-2002	15,031
14-dic-2002	12,575
15-dic-2002	11,347
16-dic-2002	9,466
17-dic-2002	8,802
18-dic-2002	7,809
19-dic-2002	7,484
20-dic-2002	7,484
21-dic-2002	6,536
22-dic-2002	5,935
23-dic-2002	5,363
24-dic-2002	5,088
25-dic-2002	4,563
26-dic-2002	4,313
27-dic-2002	4,821
28-dic-2002	32,188
29-dic-2002	19,944
30-dic-2002	12,985
31-dic-2002	16,669
1-ene-2003	16,669
2-ene-2003	17,078
3-ene-2003	12,985
4-ene-2003	10,119
5-ene-2003	9,134
6-ene-2003	17,078
7-ene-2003	18,716
8-ene-2003	14,213
9-ene-2003	13,803
10-ene-2003	15,441
11-ene-2003	12,166
12-ene-2003	10,119
13-ene-2003	8,469

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
14-ene-2003	7,484
15-ene-2003	6,847
16-ene-2003	6,847
17-ene-2003	7,484
18-ene-2003	8,802
19-ene-2003	16,669
20-ene-2003	20,353
21-ene-2003	17,078
22-ene-2003	16,259
23-ene-2003	24,037
24-ene-2003	24,447
25-ene-2003	16,259
26-ene-2003	13,394
27-ene-2003	26,530
28-ene-2003	22,400
29-ene-2003	47,926
30-ene-2003	73,507
31-ene-2003	80,945
1-feb-2003	27,186
2-feb-2003	57,113
3-feb-2003	89,928
4-feb-2003	147,779
5-feb-2003	93,840
6-feb-2003	51,155
7-feb-2003	32,489
8-feb-2003	26,859
9-feb-2003	22,400
10-feb-2003	24,037
11-feb-2003	23,219
12-feb-2003	21,581
13-feb-2003	20,353
14-feb-2003	18,716
15-feb-2003	15,850
16-feb-2003	12,985
17-feb-2003	10,938
18-feb-2003	9,466
19-feb-2003	9,134
20-feb-2003	9,134
21-feb-2003	8,469
22-feb-2003	10,528
23-feb-2003	15,031
24-feb-2003	18,716
25-feb-2003	22,809
26-feb-2003	80,945
27-feb-2003	58,239
28-feb-2003	28,791
1-mar-2003	24,037
2-mar-2003	21,172
3-mar-2003	49,197
4-mar-2003	40,698
5-mar-2003	26,859

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
6-mar-2003	50,824
7-mar-2003	27,186
8-mar-2003	20,353
9-mar-2003	16,259
10-mar-2003	13,394
11-mar-2003	10,938
12-mar-2003	9,466
13-mar-2003	8,469
14-mar-2003	7,809
15-mar-2003	6,847
16-mar-2003	6,232
17-mar-2003	5,363
18-mar-2003	5,088
19-mar-2003	4,563
20-mar-2003	4,313
21-mar-2003	3,838
22-mar-2003	3,838
23-mar-2003	3,613
24-mar-2003	3,396
25-mar-2003	3,396
26-mar-2003	3,396
27-mar-2003	2,988
28-mar-2003	3,838
29-mar-2003	6,847
30-mar-2003	4,821
31-mar-2003	3,838
1-abr-2003	3,613
2-abr-2003	3,613
3-abr-2003	12,166
4-abr-2003	11,347
5-abr-2003	7,163
6-abr-2003	5,935
7-abr-2003	5,363
8-abr-2003	4,821
9-abr-2003	4,313
10-abr-2003	4,821
11-abr-2003	4,071
12-abr-2003	4,821
13-abr-2003	5,363
14-abr-2003	5,088
15-abr-2003	6,847
16-abr-2003	10,528
17-abr-2003	7,163
18-abr-2003	5,935
19-abr-2003	5,363
20-abr-2003	5,935
21-abr-2003	7,809
22-abr-2003	6,232
23-abr-2003	5,645
24-abr-2003	5,088
25-abr-2003	4,563

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
26-abr-2003	4,313
27-abr-2003	3,838
28-abr-2003	3,838
29-abr-2003	3,838
30-abr-2003	3,613
1-may-2003	3,396
2-may-2003	3,188
3-may-2003	2,988
4-may-2003	2,796
5-may-2003	2,796
6-may-2003	9,466
7-may-2003	57,486
8-may-2003	38,079
9-may-2003	18,716
10-may-2003	12,575
11-may-2003	9,134
12-may-2003	7,163
13-may-2003	5,935
14-may-2003	5,088
15-may-2003	4,563
16-may-2003	3,838
17-may-2003	3,838
18-may-2003	3,396
19-may-2003	2,988
20-may-2003	2,796
21-may-2003	2,612
22-may-2003	2,436
23-may-2003	2,107
24-may-2003	1,808
25-may-2003	1,954
26-may-2003	2,612
27-may-2003	2,988
28-may-2003	2,107
29-may-2003	1,669
30-may-2003	1,537
31-may-2003	1,537
1-jun-2003	1,411
2-jun-2003	2,107
3-jun-2003	2,436
4-jun-2003	3,188
5-jun-2003	3,613
6-jun-2003	1,954
7-jun-2003	1,669
8-jun-2003	1,808
9-jun-2003	1,411
10-jun-2003	1,180
11-jun-2003	1,073
12-jun-2003	0,973
13-jun-2003	0,878
14-jun-2003	0,790
15-jun-2003	0,790

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
16-jun-2003	0,790
17-jun-2003	0,790
18-jun-2003	0,707
19-jun-2003	0,790
20-jun-2003	0,790
21-jun-2003	0,707
22-jun-2003	0,707
23-jun-2003	0,707
24-jun-2003	0,629
25-jun-2003	0,629
26-jun-2003	0,707
27-jun-2003	0,707
28-jun-2003	0,707
29-jun-2003	0,707
30-jun-2003	0,557
1-jul-2003	0,557
2-jul-2003	0,557
3-jul-2003	0,557
4-jul-2003	0,557
5-jul-2003	0,557
6-jul-2003	0,557
7-jul-2003	0,490
8-jul-2003	0,428
9-jul-2003	0,428
10-jul-2003	0,428
11-jul-2003	0,428
12-jul-2003	0,428
13-jul-2003	0,428
14-jul-2003	0,370
15-jul-2003	0,370
16-jul-2003	0,370
17-jul-2003	0,370
18-jul-2003	0,370
19-jul-2003	0,370
20-jul-2003	0,370
21-jul-2003	0,271
22-jul-2003	0,271
23-jul-2003	0,271
24-jul-2003	0,271
25-jul-2003	0,318
26-jul-2003	0,318
27-jul-2003	0,318
28-jul-2003	0,318
29-jul-2003	0,318
30-jul-2003	0,370
31-jul-2003	0,370
1-ago-2003	0,370
2-ago-2003	0,370
3-ago-2003	0,370
4-ago-2003	0,370
5-ago-2003	0,370

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
6-ago-2003	0,370
7-ago-2003	0,370
8-ago-2003	0,428
9-ago-2003	0,370
10-ago-2003	0,370
11-ago-2003	0,370
12-ago-2003	0,370
13-ago-2003	0,428
14-ago-2003	0,428
15-ago-2003	0,428
16-ago-2003	0,490
17-ago-2003	1,180
18-ago-2003	0,973
19-ago-2003	0,629
20-ago-2003	0,629
21-ago-2003	0,629
22-ago-2003	0,707
23-ago-2003	0,707
24-ago-2003	0,629
25-ago-2003	0,629
26-ago-2003	0,557
27-ago-2003	0,629
28-ago-2003	0,629
29-ago-2003	0,629
30-ago-2003	0,629
31-ago-2003	0,629
1-sep-2003	0,629
2-sep-2003	0,707
3-sep-2003	0,707
4-sep-2003	0,973
5-sep-2003	1,411
6-sep-2003	0,878
7-sep-2003	0,790
8-sep-2003	0,707
9-sep-2003	1,411
10-sep-2003	2,107
11-sep-2003	1,180
12-sep-2003	0,878
13-sep-2003	0,707
14-sep-2003	0,629
15-sep-2003	0,557
16-sep-2003	0,557
17-sep-2003	0,271
18-sep-2003	0,370
19-sep-2003	0,370
20-sep-2003	0,271
21-sep-2003	0,228
22-sep-2003	0,271
23-sep-2003	0,271
24-sep-2003	0,155
25-sep-2003	0,228

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
26-sep-2003	0,228
27-sep-2003	0,228
28-sep-2003	0,228
29-sep-2003	0,271
30-sep-2003	0,318
1-oct-2003	0,428
2-oct-2003	0,878
3-oct-2003	3,188
4-oct-2003	1,411
5-oct-2003	1,954
6-oct-2003	5,363
7-oct-2003	2,612
8-oct-2003	1,669
9-oct-2003	3,188
10-oct-2003	3,188
11-oct-2003	1,808
12-oct-2003	1,411
13-oct-2003	2,436
14-oct-2003	2,436
15-oct-2003	2,268
16-oct-2003	1,808
17-oct-2003	1,669
18-oct-2003	1,411
19-oct-2003	1,180
20-oct-2003	1,292
21-oct-2003	1,808
22-oct-2003	1,669
23-oct-2003	2,268
24-oct-2003	5,363
25-oct-2003	5,088
26-oct-2003	2,612
27-oct-2003	2,988
28-oct-2003	2,612
29-oct-2003	9,466
30-oct-2003	9,794
31-oct-2003	8,469
1-nov-2003	9,466
2-nov-2003	15,031
3-nov-2003	7,484
4-nov-2003	4,563
5-nov-2003	2,796
6-nov-2003	2,268
7-nov-2003	2,107
8-nov-2003	1,411
9-nov-2003	1,537
10-nov-2003	1,411
11-nov-2003	1,411
12-nov-2003	1,292
13-nov-2003	1,180
14-nov-2003	1,180
15-nov-2003	1,180

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
16-nov-2003	8,138
17-nov-2003	29,735
18-nov-2003	11,347
19-nov-2003	6,847
20-nov-2003	4,821
21-nov-2003	3,613
22-nov-2003	3,188
23-nov-2003	48,558
24-nov-2003	44,244
25-nov-2003	15,031
26-nov-2003	9,794
27-nov-2003	51,155
28-nov-2003	50,168
29-nov-2003	23,219
30-nov-2003	19,534
1-dic-2003	20,353
2-dic-2003	15,031
3-dic-2003	16,259
4-dic-2003	12,985
5-dic-2003	11,347
6-dic-2003	9,794
7-dic-2003	8,469
8-dic-2003	6,847
9-dic-2003	5,935
10-dic-2003	4,821
11-dic-2003	4,313
12-dic-2003	9,134
13-dic-2003	9,794
14-dic-2003	8,138
15-dic-2003	11,347
16-dic-2003	8,802
17-dic-2003	6,847
18-dic-2003	5,645
19-dic-2003	10,938
20-dic-2003	13,803
21-dic-2003	11,347
22-dic-2003	27,186
23-dic-2003	20,762
24-dic-2003	53,876
25-dic-2003	37,788
26-dic-2003	20,353
27-dic-2003	14,622
28-dic-2003	30,664
29-dic-2003	34,868
30-dic-2003	63,002
31-dic-2003	136,510
1-ene-2004	48,877
2-ene-2004	72,513
3-ene-2004	70,098
4-ene-2004	42,755
5-ene-2004	28,791

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
6-ene-2004	20,353
7-ene-2004	15,441
8-ene-2004	12,575
9-ene-2004	10,938
10-ene-2004	9,794
11-ene-2004	8,802
12-ene-2004	7,484
13-ene-2004	6,536
14-ene-2004	7,163
15-ene-2004	13,803
16-ene-2004	10,938
17-ene-2004	8,802
18-ene-2004	53,876
19-ene-2004	40,406
20-ene-2004	22,400
21-ene-2004	30,046
22-ene-2004	29,422
23-ene-2004	38,370
24-ene-2004	166,898
25-ene-2004	52,840
26-ene-2004	62,178
27-ene-2004	50,168
28-ene-2004	32,790
29-ene-2004	23,628
30-ene-2004	17,897
31-ene-2004	14,622
1-feb-2004	13,394
2-feb-2004	11,347
3-feb-2004	9,466
4-feb-2004	8,138
5-feb-2004	7,163
6-feb-2004	7,163
7-feb-2004	6,536
8-feb-2004	5,645
9-feb-2004	5,088
10-feb-2004	4,821
11-feb-2004	4,563
12-feb-2004	4,071
13-feb-2004	3,613
14-feb-2004	3,188
15-feb-2004	3,188
16-feb-2004	3,188
17-feb-2004	3,188
18-feb-2004	2,796
19-feb-2004	2,796
20-feb-2004	3,188
21-feb-2004	7,163
22-feb-2004	21,172
23-feb-2004	14,622
24-feb-2004	16,669
25-feb-2004	11,756

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
26-feb-2004	10,938
27-feb-2004	11,756
28-feb-2004	10,938
29-feb-2004	9,794
1-mar-2004	9,794
2-mar-2004	9,134
3-mar-2004	9,134
4-mar-2004	11,756
5-mar-2004	27,186
6-mar-2004	63,002
7-mar-2004	53,876
8-mar-2004	35,748
9-mar-2004	25,532
10-mar-2004	23,219
11-mar-2004	19,534
12-mar-2004	23,628
13-mar-2004	27,833
14-mar-2004	19,125
15-mar-2004	15,850
16-mar-2004	15,031
17-mar-2004	15,031
18-mar-2004	13,394
19-mar-2004	11,347
20-mar-2004	9,134
21-mar-2004	8,138
22-mar-2004	9,466
23-mar-2004	40,115
24-mar-2004	36,040
25-mar-2004	21,172
26-mar-2004	17,078
27-mar-2004	13,394
28-mar-2004	11,347
29-mar-2004	10,119
30-mar-2004	14,213
31-mar-2004	23,219
1-abr-2004	24,447
2-abr-2004	25,532
3-abr-2004	18,716
4-abr-2004	15,031
5-abr-2004	12,166
6-abr-2004	10,119
7-abr-2004	9,134
8-abr-2004	8,802
9-abr-2004	8,802
10-abr-2004	17,078
11-abr-2004	17,897
12-abr-2004	20,762
13-abr-2004	19,944
14-abr-2004	15,441
15-abr-2004	12,985
16-abr-2004	11,347

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
17-abr-2004	9,466
18-abr-2004	10,938
19-abr-2004	15,850
20-abr-2004	11,347
21-abr-2004	9,794
22-abr-2004	21,990
23-abr-2004	18,306
24-abr-2004	13,803
25-abr-2004	10,938
26-abr-2004	8,802
27-abr-2004	7,809
28-abr-2004	10,119
29-abr-2004	14,213
30-abr-2004	11,347
1-may-2004	8,802
2-may-2004	10,938
3-may-2004	9,466
4-may-2004	7,484
5-may-2004	10,938
6-may-2004	12,166
7-may-2004	11,756
8-may-2004	19,944
9-may-2004	15,031
10-may-2004	11,756
11-may-2004	9,466
12-may-2004	10,528
13-may-2004	12,166
14-may-2004	9,794
15-may-2004	8,469
16-may-2004	7,163
17-may-2004	5,935
18-may-2004	5,363
19-may-2004	4,563
20-may-2004	3,838
21-may-2004	3,613
22-may-2004	3,396
23-may-2004	8,138
24-may-2004	4,821
25-may-2004	3,838
26-may-2004	3,188
27-may-2004	2,796
28-may-2004	2,796
29-may-2004	2,268
30-may-2004	2,268
31-may-2004	2,107
1-jun-2004	1,954
2-jun-2004	1,808
3-jun-2004	1,669
4-jun-2004	1,537
5-jun-2004	1,411
6-jun-2004	1,808

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
7-jun-2004	1,180
8-jun-2004	1,073
9-jun-2004	0,973
10-jun-2004	0,973
11-jun-2004	0,973
12-jun-2004	0,878
13-jun-2004	0,973
14-jun-2004	0,878
15-jun-2004	0,790
16-jun-2004	0,790
17-jun-2004	0,790
18-jun-2004	0,790
19-jun-2004	0,878
20-jun-2004	0,973
21-jun-2004	0,973
22-jun-2004	0,878
23-jun-2004	0,790
24-jun-2004	0,707
25-jun-2004	0,707
26-jun-2004	0,629
27-jun-2004	0,629
28-jun-2004	0,707
29-jun-2004	0,629
30-jun-2004	0,428
1-jul-2004	0,370
2-jul-2004	0,428
3-jul-2004	0,428
4-jul-2004	0,428
5-jul-2004	0,428
6-jul-2004	0,428
7-jul-2004	1,292
8-jul-2004	0,790
9-jul-2004	0,629
10-jul-2004	0,557
11-jul-2004	0,490
12-jul-2004	0,557
13-jul-2004	0,557
14-jul-2004	0,557
15-jul-2004	0,490
16-jul-2004	0,490
17-jul-2004	0,428
18-jul-2004	0,428
19-jul-2004	0,428
20-jul-2004	0,707
21-jul-2004	1,537
22-jul-2004	1,180
23-jul-2004	0,878
24-jul-2004	0,878
25-jul-2004	0,878
26-jul-2004	0,790
27-jul-2004	0,790

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
28-jul-2004	0,790
29-jul-2004	0,707
30-jul-2004	0,790
31-jul-2004	0,790
1-ago-2004	0,707
2-ago-2004	0,707
3-ago-2004	0,707
4-ago-2004	0,790
5-ago-2004	0,790
6-ago-2004	0,790
7-ago-2004	0,878
8-ago-2004	0,707
9-ago-2004	0,707
10-ago-2004	0,790
11-ago-2004	0,790
12-ago-2004	0,707
13-ago-2004	0,707
14-ago-2004	0,707
15-ago-2004	0,707
16-ago-2004	0,629
17-ago-2004	0,629
18-ago-2004	0,707
19-ago-2004	0,707
20-ago-2004	0,629
21-ago-2004	0,707
22-ago-2004	0,707
23-ago-2004	0,707
24-ago-2004	0,629
25-ago-2004	0,629
26-ago-2004	0,707
27-ago-2004	0,629
28-ago-2004	0,557
29-ago-2004	0,557
30-ago-2004	0,557
31-ago-2004	0,629
1-sep-2004	0,629
2-sep-2004	0,428
3-sep-2004	1,292
4-sep-2004	1,073
5-sep-2004	0,629
6-sep-2004	0,629
7-sep-2004	12,166
8-sep-2004	4,071
9-sep-2004	2,436
10-sep-2004	26,200
11-sep-2004	6,232
12-sep-2004	2,988
13-sep-2004	2,107
14-sep-2004	1,411
15-sep-2004	1,180
16-sep-2004	1,073

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
17-sep-2004	1,073
18-sep-2004	1,073
19-sep-2004	0,878
20-sep-2004	0,790
21-sep-2004	0,707
22-sep-2004	0,707
23-sep-2004	0,629
24-sep-2004	0,629
25-sep-2004	0,629
26-sep-2004	0,629
27-sep-2004	0,557
28-sep-2004	0,557
29-sep-2004	0,557
30-sep-2004	0,490
1-oct-2004	0,490
2-oct-2004	0,490
3-oct-2004	0,490
4-oct-2004	0,428
5-oct-2004	0,370
6-oct-2004	0,370
7-oct-2004	0,370
8-oct-2004	0,370
9-oct-2004	0,370
10-oct-2004	0,370
11-oct-2004	0,318
12-oct-2004	0,318
13-oct-2004	0,428
14-oct-2004	0,490
15-oct-2004	0,428
16-oct-2004	0,428
17-oct-2004	1,073
18-oct-2004	0,973
19-oct-2004	0,707
20-oct-2004	0,707
21-oct-2004	0,707
22-oct-2004	0,707
23-oct-2004	0,629
24-oct-2004	0,490
25-oct-2004	0,428
26-oct-2004	0,490
27-oct-2004	0,629
28-oct-2004	1,537
29-oct-2004	1,292
30-oct-2004	1,073
31-oct-2004	0,878
1-nov-2004	3,613
2-nov-2004	7,809
3-nov-2004	4,821
4-nov-2004	2,612
5-nov-2004	1,954
6-nov-2004	1,411



Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
7-nov-2004	1,180
8-nov-2004	1,180
9-nov-2004	3,396
10-nov-2004	40,115
11-nov-2004	51,823
12-nov-2004	54,933
13-nov-2004	17,897
14-nov-2004	12,575
15-nov-2004	8,802
16-nov-2004	6,232
17-nov-2004	5,088
18-nov-2004	4,313
19-nov-2004	3,613
20-nov-2004	4,563
21-nov-2004	4,563
22-nov-2004	3,613
23-nov-2004	2,612
24-nov-2004	2,612
25-nov-2004	2,436
26-nov-2004	2,268
27-nov-2004	1,954
28-nov-2004	1,808
29-nov-2004	1,954
30-nov-2004	2,268
1-dic-2004	2,268
2-dic-2004	9,794
3-dic-2004	19,125
4-dic-2004	14,213
5-dic-2004	9,134
6-dic-2004	6,847
7-dic-2004	5,935
8-dic-2004	4,563
9-dic-2004	4,313
10-dic-2004	3,838
11-dic-2004	3,613
12-dic-2004	3,188
13-dic-2004	2,988
14-dic-2004	2,436
15-dic-2004	2,612
16-dic-2004	2,612
17-dic-2004	3,188
18-dic-2004	27,511
19-dic-2004	24,447
20-dic-2004	65,994
21-dic-2004	32,790
22-dic-2004	19,944
23-dic-2004	16,669
24-dic-2004	18,716
25-dic-2004	14,213
26-dic-2004	15,031
27-dic-2004	14,213

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
28-dic-2004	26,859
29-dic-2004	73,008
30-dic-2004	64,264
31-dic-2004	50,824
1-ene-2005	36,040
2-ene-2005	25,195
3-ene-2005	25,532
4-ene-2005	19,944
5-ene-2005	15,441
6-ene-2005	11,756
7-ene-2005	9,794
8-ene-2005	8,469
9-ene-2005	7,484
10-ene-2005	6,232
11-ene-2005	5,645
12-ene-2005	4,821
13-ene-2005	4,563
14-ene-2005	4,071
15-ene-2005	3,838
16-ene-2005	3,396
17-ene-2005	3,396
18-ene-2005	3,838
19-ene-2005	29,422
20-ene-2005	82,655
21-ene-2005	31,277
22-ene-2005	19,125
23-ene-2005	14,622
24-ene-2005	13,394
25-ene-2005	12,166
26-ene-2005	11,347
27-ene-2005	10,119
28-ene-2005	9,794
29-ene-2005	33,685
30-ene-2005	24,447
31-ene-2005	15,850
1-feb-2005	16,259
2-feb-2005	34,868
3-feb-2005	25,195
4-feb-2005	19,944
5-feb-2005	15,441
6-feb-2005	12,985
7-feb-2005	13,394
8-feb-2005	14,622
9-feb-2005	14,213
10-feb-2005	12,166
11-feb-2005	10,528
12-feb-2005	10,938
13-feb-2005	17,897
14-feb-2005	67,781
15-feb-2005	78,189
16-feb-2005	31,582

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
17-feb-2005	20,353
18-feb-2005	15,850
19-feb-2005	19,944
20-feb-2005	63,420
21-feb-2005	36,624
22-feb-2005	20,762
23-feb-2005	15,850
24-feb-2005	14,213
25-feb-2005	12,575
26-feb-2005	11,756
27-feb-2005	10,938
28-feb-2005	9,134
1-mar-2005	8,138
2-mar-2005	7,484
3-mar-2005	7,809
4-mar-2005	8,138
5-mar-2005	10,938
6-mar-2005	44,244
7-mar-2005	22,809
8-mar-2005	15,031
9-mar-2005	13,803
10-mar-2005	14,622
11-mar-2005	15,031
12-mar-2005	15,031
13-mar-2005	14,213
14-mar-2005	18,306
15-mar-2005	27,511
16-mar-2005	42,164
17-mar-2005	40,990
18-mar-2005	29,107
19-mar-2005	26,530
20-mar-2005	22,809
21-mar-2005	21,990
22-mar-2005	21,581
23-mar-2005	18,306
24-mar-2005	16,669
25-mar-2005	14,213
26-mar-2005	13,803
27-mar-2005	11,347
28-mar-2005	9,134
29-mar-2005	8,469
30-mar-2005	7,809
31-mar-2005	7,163
1-abr-2005	6,536
2-abr-2005	5,935
3-abr-2005	5,935
4-abr-2005	5,363
5-abr-2005	5,935
6-abr-2005	5,645
7-abr-2005	4,821
8-abr-2005	7,809

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
9-abr-2005	23,219
10-abr-2005	23,628
11-abr-2005	68,237
12-abr-2005	33,387
13-abr-2005	25,195
14-abr-2005	19,944
15-abr-2005	24,447
16-abr-2005	47,299
17-abr-2005	64,264
18-abr-2005	44,846
19-abr-2005	39,532
20-abr-2005	28,155
21-abr-2005	57,113
22-abr-2005	50,495
23-abr-2005	26,859
24-abr-2005	22,400
25-abr-2005	17,897
26-abr-2005	14,213
27-abr-2005	11,756
28-abr-2005	9,794
29-abr-2005	8,469
30-abr-2005	7,484
1-may-2005	6,232
2-may-2005	5,645
3-may-2005	5,088
4-may-2005	4,563
5-may-2005	4,313
6-may-2005	4,071
7-may-2005	3,613
8-may-2005	3,396
9-may-2005	3,396
10-may-2005	4,313
11-may-2005	4,821
12-may-2005	5,935
13-may-2005	5,645
14-may-2005	21,172
15-may-2005	7,809
16-may-2005	5,363
17-may-2005	35,162
18-may-2005	33,089
19-may-2005	15,031
20-may-2005	9,466
21-may-2005	6,847
22-may-2005	5,645
23-may-2005	4,821
24-may-2005	3,838
25-may-2005	3,613
26-may-2005	2,988
27-may-2005	2,612
28-may-2005	2,436
29-may-2005	2,268

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
30-may-2005	2,268
31-may-2005	2,268
1-jun-2005	2,107
2-jun-2005	1,808
3-jun-2005	1,669
4-jun-2005	1,537
5-jun-2005	2,107
6-jun-2005	1,411
7-jun-2005	1,180
8-jun-2005	1,073
9-jun-2005	1,073
10-jun-2005	1,073
11-jun-2005	0,973
12-jun-2005	0,973
13-jun-2005	1,292
14-jun-2005	1,808
15-jun-2005	1,292
16-jun-2005	1,073
17-jun-2005	0,973
18-jun-2005	0,629
19-jun-2005	0,629
20-jun-2005	0,629
21-jun-2005	0,629
22-jun-2005	0,707
23-jun-2005	0,629
24-jun-2005	0,629
25-jun-2005	0,629
26-jun-2005	0,557
27-jun-2005	0,557
28-jun-2005	0,490
29-jun-2005	0,490
30-jun-2005	0,370
1-jul-2005	0,629
2-jul-2005	0,629
3-jul-2005	0,629
4-jul-2005	0,629
5-jul-2005	0,629
6-jul-2005	0,707
7-jul-2005	0,557
8-jul-2005	0,707
9-jul-2005	0,790
10-jul-2005	0,790
11-jul-2005	0,707
12-jul-2005	0,707
13-jul-2005	0,629
14-jul-2005	0,557
15-jul-2005	0,490
16-jul-2005	0,428
17-jul-2005	0,428
18-jul-2005	0,428
19-jul-2005	0,428

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
20-jul-2005	0,428
21-jul-2005	0,428
22-jul-2005	0,428
23-jul-2005	0,428
24-jul-2005	0,370
25-jul-2005	0,370
26-jul-2005	0,370
27-jul-2005	0,370
28-jul-2005	0,370
29-jul-2005	0,318
30-jul-2005	0,318
31-jul-2005	0,370
1-ago-2005	0,428
2-ago-2005	0,490
3-ago-2005	0,490
4-ago-2005	0,490
5-ago-2005	0,428
6-ago-2005	0,428
7-ago-2005	0,428
8-ago-2005	0,428
9-ago-2005	0,428
10-ago-2005	0,428
11-ago-2005	1,180
12-ago-2005	0,790
13-ago-2005	0,557
14-ago-2005	0,490
15-ago-2005	0,490
16-ago-2005	0,428
17-ago-2005	0,490
18-ago-2005	0,707
19-ago-2005	0,629
20-ago-2005	0,629
21-ago-2005	1,808
22-ago-2005	1,411
23-ago-2005	0,973
24-ago-2005	0,790
25-ago-2005	0,790
26-ago-2005	0,707
27-ago-2005	0,707
28-ago-2005	0,707
29-ago-2005	0,707
30-ago-2005	0,629
31-ago-2005	0,629
1-sep-2005	1,073
2-sep-2005	1,180
3-sep-2005	0,707
4-sep-2005	0,490
5-sep-2005	0,370
6-sep-2005	0,370
7-sep-2005	0,370
8-sep-2005	0,490



Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
9-sep-2005	1,411
10-sep-2005	1,073
11-sep-2005	0,790
12-sep-2005	1,411
13-sep-2005	1,954
14-sep-2005	1,292
15-sep-2005	0,973
16-sep-2005	0,707
17-sep-2005	0,557
18-sep-2005	1,292
19-sep-2005	1,180
20-sep-2005	0,973
21-sep-2005	0,370
22-sep-2005	0,557
23-sep-2005	0,428
24-sep-2005	0,428
25-sep-2005	0,318
26-sep-2005	0,370
27-sep-2005	0,318
28-sep-2005	0,318
29-sep-2005	0,271
30-sep-2005	0,271
1-oct-2005	0,271
2-oct-2005	0,318
3-oct-2005	0,428
4-oct-2005	0,557
5-oct-2005	0,490
6-oct-2005	0,490
7-oct-2005	0,428
8-oct-2005	0,370
9-oct-2005	0,370
10-oct-2005	0,318
11-oct-2005	0,271
12-oct-2005	0,370
13-oct-2005	1,954
14-oct-2005	6,232
15-oct-2005	3,613
16-oct-2005	2,107
17-oct-2005	1,537
18-oct-2005	1,292
19-oct-2005	2,988
20-oct-2005	1,954
21-oct-2005	1,537
22-oct-2005	1,180
23-oct-2005	1,180
24-oct-2005	1,292
25-oct-2005	1,292
26-oct-2005	1,073
27-oct-2005	0,790
28-oct-2005	0,790
29-oct-2005	4,313

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
30-oct-2005	3,396
31-oct-2005	6,536
1-nov-2005	5,935
2-nov-2005	2,612
3-nov-2005	2,107
4-nov-2005	3,188
5-nov-2005	4,821
6-nov-2005	2,988
7-nov-2005	2,268
8-nov-2005	1,808
9-nov-2005	17,078
10-nov-2005	34,573
11-nov-2005	12,575
12-nov-2005	7,484
13-nov-2005	34,573
14-nov-2005	27,511
15-nov-2005	20,353
16-nov-2005	51,823
17-nov-2005	30,356
18-nov-2005	22,400
19-nov-2005	14,213
20-nov-2005	9,466
21-nov-2005	7,163
22-nov-2005	5,935
23-nov-2005	4,821
24-nov-2005	3,838
25-nov-2005	5,088
26-nov-2005	12,575
27-nov-2005	12,575
28-nov-2005	14,213
29-nov-2005	13,803
30-nov-2005	34,868
1-dic-2005	46,370
2-dic-2005	38,370
3-dic-2005	27,511
4-dic-2005	21,172
5-dic-2005	49,519
6-dic-2005	56,376
7-dic-2005	38,079
8-dic-2005	21,990
9-dic-2005	33,982
10-dic-2005	22,809
11-dic-2005	16,259
12-dic-2005	12,575
13-dic-2005	9,794
14-dic-2005	8,469
15-dic-2005	7,484
16-dic-2005	6,232
17-dic-2005	8,138
18-dic-2005	24,856
19-dic-2005	15,031

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
20-dic-2005	10,528
21-dic-2005	8,138
22-dic-2005	6,536
23-dic-2005	5,935
24-dic-2005	5,363
25-dic-2005	4,821
26-dic-2005	4,313
27-dic-2005	4,071
28-dic-2005	3,613
29-dic-2005	3,838
30-dic-2005	90,567
31-dic-2005	57,861
1-ene-2006	59,779
2-ene-2006	64,264
3-ene-2006	62,588
4-ene-2006	30,046
5-ene-2006	36,040
6-ene-2006	26,200
7-ene-2006	18,306
8-ene-2006	18,306
9-ene-2006	23,219
10-ene-2006	23,628
11-ene-2006	17,078
12-ene-2006	13,394
13-ene-2006	10,938
14-ene-2006	9,134
15-ene-2006	8,138
16-ene-2006	7,163
17-ene-2006	6,232
18-ene-2006	9,134
19-ene-2006	17,897
20-ene-2006	14,622
21-ene-2006	11,347
22-ene-2006	9,794
23-ene-2006	8,469
24-ene-2006	7,484
25-ene-2006	6,232
26-ene-2006	5,645
27-ene-2006	5,363
28-ene-2006	5,088
29-ene-2006	4,563
30-ene-2006	4,071
31-ene-2006	4,071
1-feb-2006	4,071
2-feb-2006	4,071
3-feb-2006	3,613
4-feb-2006	3,613
5-feb-2006	3,396
6-feb-2006	3,188
7-feb-2006	2,988
8-feb-2006	2,988

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
9-feb-2006	2,796
10-feb-2006	2,612
11-feb-2006	2,612
12-feb-2006	2,436
13-feb-2006	2,436
14-feb-2006	2,436
15-feb-2006	2,268
16-feb-2006	2,268
17-feb-2006	2,612
18-feb-2006	2,436
19-feb-2006	2,612
20-feb-2006	5,088
21-feb-2006	4,563
22-feb-2006	11,756
23-feb-2006	8,138
24-feb-2006	7,163
25-feb-2006	7,163
26-feb-2006	13,803
27-feb-2006	18,306
28-feb-2006	10,938
1-mar-2006	8,138
2-mar-2006	7,163
3-mar-2006	7,163
4-mar-2006	10,528
5-mar-2006	17,078
6-mar-2006	43,051
7-mar-2006	37,498
8-mar-2006	38,660
9-mar-2006	26,859
10-mar-2006	26,200
11-mar-2006	231,337
12-mar-2006	194,872
13-mar-2006	51,488
14-mar-2006	27,833
15-mar-2006	20,762
16-mar-2006	16,259
17-mar-2006	13,394
18-mar-2006	10,938
19-mar-2006	10,119
20-mar-2006	12,575
21-mar-2006	10,938
22-mar-2006	9,794
23-mar-2006	9,794
24-mar-2006	13,394
25-mar-2006	10,528
26-mar-2006	8,802
27-mar-2006	7,809
28-mar-2006	7,484
29-mar-2006	6,232
30-mar-2006	5,645
31-mar-2006	5,363

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
1-abr-2006	4,821
2-abr-2006	4,313
3-abr-2006	4,071
4-abr-2006	3,613
5-abr-2006	3,613
6-abr-2006	3,396
7-abr-2006	3,188
8-abr-2006	2,988
9-abr-2006	2,796
10-abr-2006	4,563
11-abr-2006	4,563
12-abr-2006	3,396
13-abr-2006	3,188
14-abr-2006	2,988
15-abr-2006	2,988
16-abr-2006	2,796
17-abr-2006	3,838
18-abr-2006	7,809
19-abr-2006	6,232
20-abr-2006	4,821
21-abr-2006	6,847
22-abr-2006	35,748
23-abr-2006	19,534
24-abr-2006	12,166
25-abr-2006	8,469
26-abr-2006	6,847
27-abr-2006	5,935
28-abr-2006	6,536
29-abr-2006	5,935
30-abr-2006	5,363
1-may-2006	4,821
2-may-2006	4,071
3-may-2006	3,396
4-may-2006	3,396
5-may-2006	2,988
6-may-2006	4,563
7-may-2006	5,935
8-may-2006	6,847
9-may-2006	4,563
10-may-2006	3,396
11-may-2006	3,188
12-may-2006	2,988
13-may-2006	2,612
14-may-2006	2,268
15-may-2006	2,107
16-may-2006	1,808
17-may-2006	1,669
18-may-2006	1,669
19-may-2006	1,537
20-may-2006	1,411
21-may-2006	1,292

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
22-may-2006	1,180
23-may-2006	1,180
24-may-2006	1,180
25-may-2006	1,073
26-may-2006	1,073
27-may-2006	0,973
28-may-2006	0,878
29-may-2006	0,878
30-may-2006	0,790
31-may-2006	0,790
1-jun-2006	0,790
2-jun-2006	0,790
3-jun-2006	0,707
4-jun-2006	0,707
5-jun-2006	0,707
6-jun-2006	0,629
7-jun-2006	0,629
8-jun-2006	0,629
9-jun-2006	0,629
10-jun-2006	0,557
11-jun-2006	0,557
12-jun-2006	0,557
13-jun-2006	0,490
14-jun-2006	0,490
15-jun-2006	0,490
16-jun-2006	0,629
17-jun-2006	2,796
18-jun-2006	1,808
19-jun-2006	1,292
20-jun-2006	6,847
21-jun-2006	4,313
22-jun-2006	2,268
23-jun-2006	1,669
24-jun-2006	1,808
25-jun-2006	8,802
26-jun-2006	3,613
27-jun-2006	2,107
28-jun-2006	1,808
29-jun-2006	1,669
30-jun-2006	1,411
1-jul-2006	1,073
2-jul-2006	1,073
3-jul-2006	0,973
4-jul-2006	0,878
5-jul-2006	0,878
6-jul-2006	0,973
7-jul-2006	0,973
8-jul-2006	0,973
9-jul-2006	0,878
10-jul-2006	0,790
11-jul-2006	0,790

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
12-jul-2006	0,790
13-jul-2006	0,707
14-jul-2006	0,707
15-jul-2006	0,707
16-jul-2006	0,629
17-jul-2006	0,629
18-jul-2006	0,629
19-jul-2006	0,707
20-jul-2006	0,790
21-jul-2006	0,790
22-jul-2006	0,629
23-jul-2006	0,557
24-jul-2006	0,490
25-jul-2006	0,490
26-jul-2006	0,490
27-jul-2006	0,428
28-jul-2006	0,428
29-jul-2006	0,557
30-jul-2006	0,629
31-jul-2006	0,557
1-ago-2006	0,490
2-ago-2006	0,490
3-ago-2006	0,428
4-ago-2006	0,428
5-ago-2006	0,428
6-ago-2006	0,428
7-ago-2006	0,428
8-ago-2006	0,428
9-ago-2006	0,428
10-ago-2006	0,428
11-ago-2006	0,428
12-ago-2006	0,428
13-ago-2006	0,428
14-ago-2006	0,428
15-ago-2006	0,490
16-ago-2006	0,557
17-ago-2006	0,318
18-ago-2006	0,318
19-ago-2006	0,318
20-ago-2006	0,318
21-ago-2006	0,318
22-ago-2006	0,318
23-ago-2006	0,318
24-ago-2006	0,318
25-ago-2006	0,318
26-ago-2006	0,318
27-ago-2006	0,318
28-ago-2006	0,318
29-ago-2006	0,318
30-ago-2006	0,318
31-ago-2006	0,318

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
1-sep-2006	0,318
2-sep-2006	0,318
3-sep-2006	0,318
4-sep-2006	0,370
5-sep-2006	0,370
6-sep-2006	0,370
7-sep-2006	0,370
8-sep-2006	0,370
9-sep-2006	0,370
10-sep-2006	0,370
11-sep-2006	0,428
12-sep-2006	0,428
13-sep-2006	0,428
14-sep-2006	0,557
15-sep-2006	0,490
16-sep-2006	0,707
17-sep-2006	3,396
18-sep-2006	3,188
19-sep-2006	1,954
20-sep-2006	1,180
21-sep-2006	0,629
22-sep-2006	10,938
23-sep-2006	2,268
24-sep-2006	1,180
25-sep-2006	1,073
26-sep-2006	0,973
27-sep-2006	0,878
28-sep-2006	0,790
29-sep-2006	1,073
30-sep-2006	0,557
1-oct-2006	0,650
2-oct-2006	0,681
3-oct-2006	0,696
4-oct-2006	1,340
5-oct-2006	2,829
6-oct-2006	2,107
7-oct-2006	1,669
8-oct-2006	1,669
9-oct-2006	1,411
10-oct-2006	1,180
11-oct-2006	1,808
12-oct-2006	5,363
13-oct-2006	1,954
14-oct-2006	1,669
15-oct-2006	1,292
16-oct-2006	0,973
17-oct-2006	0,790
18-oct-2006	1,954
19-oct-2006	1,696
20-oct-2006	3,017
21-oct-2006	2,913

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
22-oct-2006	2,453
23-oct-2006	2,404
24-oct-2006	2,382
25-oct-2006	1,787
26-oct-2006	1,505
27-oct-2006	1,346
28-oct-2006	1,075
29-oct-2006	0,997
30-oct-2006	0,892
31-oct-2006	0,838
1-nov-2006	0,790
2-nov-2006	0,752
3-nov-2006	0,707
4-nov-2006	0,707
5-nov-2006	0,750
6-nov-2006	0,991
7-nov-2006	0,803
8-nov-2006	0,724
9-nov-2006	0,707
10-nov-2006	0,707
11-nov-2006	0,707
12-nov-2006	0,707
13-nov-2006	0,707
14-nov-2006	0,707
15-nov-2006	0,644
16-nov-2006	0,664
17-nov-2006	1,909
18-nov-2006	1,823
19-nov-2006	1,349
20-nov-2006	1,292
21-nov-2006	2,178
22-nov-2006	45,273
23-nov-2006	17,445
24-nov-2006	8,918
25-nov-2006	6,382
26-nov-2006	5,239
27-nov-2006	4,012
28-nov-2006	3,023
29-nov-2006	2,581
30-nov-2006	2,293
1-dic-2006	1,867
2-dic-2006	1,835
3-dic-2006	2,303
4-dic-2006	2,245
5-dic-2006	2,306
6-dic-2006	16,932
7-dic-2006	14,244
8-dic-2006	13,775
9-dic-2006	14,520
10-dic-2006	23,696
11-dic-2006	16,387

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
12-dic-2006	9,567
13-dic-2006	8,404
14-dic-2006	7,129
15-dic-2006	5,549
16-dic-2006	4,517
17-dic-2006	3,824
18-dic-2006	3,187
19-dic-2006	3,007
20-dic-2006	2,623
21-dic-2006	2,470
22-dic-2006	2,219
23-dic-2006	2,090
24-dic-2006	1,898
25-dic-2006	1,800
26-dic-2006	1,745
27-dic-2006	1,651
28-dic-2006	1,537
29-dic-2006	1,487
30-dic-2006	1,401
31-dic-2006	1,284
1-ene-2007	1,289
2-ene-2007	1,317
3-ene-2007	1,409
4-ene-2007	1,292
5-ene-2007	1,285
6-ene-2007	1,292
7-ene-2007	1,292
8-ene-2007	1,292
9-ene-2007	1,320
10-ene-2007	1,027
11-ene-2007	1,073
12-ene-2007	1,073
13-ene-2007	1,050
14-ene-2007	0,973
15-ene-2007	0,973
16-ene-2007	0,973
17-ene-2007	0,973
18-ene-2007	0,973
19-ene-2007	0,973
20-ene-2007	0,934
21-ene-2007	0,878
22-ene-2007	0,961
23-ene-2007	12,302
24-ene-2007	13,709
25-ene-2007	10,198
26-ene-2007	7,701
27-ene-2007	6,339
28-ene-2007	5,890
29-ene-2007	5,645
30-ene-2007	6,028
31-ene-2007	9,722

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
1-feb-2007	19,659
2-feb-2007	17,522
3-feb-2007	14,244
4-feb-2007	14,605
5-feb-2007	21,355
6-feb-2007	21,672
7-feb-2007	18,517
8-feb-2007	30,610
9-feb-2007	41,000
10-feb-2007	36,414
11-feb-2007	24,532
12-feb-2007	32,910
13-feb-2007	25,413
14-feb-2007	17,061
15-feb-2007	14,392
16-feb-2007	10,959
17-feb-2007	9,344
18-feb-2007	84,058
19-feb-2007	125,144
20-feb-2007	27,555
21-feb-2007	23,199
22-feb-2007	17,476
23-feb-2007	13,465
24-feb-2007	12,137
25-feb-2007	11,447
26-feb-2007	16,714
27-feb-2007	18,525
28-feb-2007	15,006
1-mar-2007	11,668
2-mar-2007	9,317
3-mar-2007	7,942
4-mar-2007	6,769
5-mar-2007	5,934
6-mar-2007	5,300
7-mar-2007	11,143
8-mar-2007	268,846
9-mar-2007	90,421
10-mar-2007	30,117
11-mar-2007	20,990
12-mar-2007	16,092
13-mar-2007	12,251
14-mar-2007	9,738
15-mar-2007	8,268
16-mar-2007	7,155
17-mar-2007	6,120
18-mar-2007	5,301
19-mar-2007	12,101
20-mar-2007	20,680
21-mar-2007	18,997
22-mar-2007	17,115
23-mar-2007	56,186

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
24-mar-2007	238,107
25-mar-2007	86,623
26-mar-2007	36,927
27-mar-2007	149,997
28-mar-2007	94,466
29-mar-2007	40,591
30-mar-2007	39,490
31-mar-2007	45,149
1-abr-2007	38,560
2-abr-2007	191,134
3-abr-2007	121,453
4-abr-2007	33,474
5-abr-2007	29,881
6-abr-2007	23,928
7-abr-2007	21,857
8-abr-2007	21,337
9-abr-2007	19,560
10-abr-2007	16,743
11-abr-2007	15,913
12-abr-2007	13,391
13-abr-2007	24,245
14-abr-2007	22,271
15-abr-2007	16,100
16-abr-2007	13,542
17-abr-2007	10,996
18-abr-2007	9,262
19-abr-2007	8,223
20-abr-2007	7,344
21-abr-2007	6,861
22-abr-2007	5,660
23-abr-2007	5,087
24-abr-2007	4,535
25-abr-2007	4,245
26-abr-2007	6,054
27-abr-2007	8,629
28-abr-2007	8,617
29-abr-2007	6,000
30-abr-2007	5,488
1-may-2007	14,885
2-may-2007	21,073
3-may-2007	11,691
4-may-2007	45,872
5-may-2007	21,277
6-may-2007	15,259
7-may-2007	11,055
8-may-2007	8,678
9-may-2007	7,046
10-may-2007	5,945
11-may-2007	5,095
12-may-2007	4,380
13-may-2007	3,880

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
14-may-2007	4,376
15-may-2007	3,744
16-may-2007	3,298
17-may-2007	3,130
18-may-2007	2,981
19-may-2007	2,785
20-may-2007	2,893
21-may-2007	3,605
22-may-2007	3,144
23-may-2007	2,854
24-may-2007	2,543
25-may-2007	2,773
26-may-2007	5,058
27-may-2007	5,985
28-may-2007	13,617
29-may-2007	10,797
30-may-2007	6,825
31-may-2007	4,996
1-jun-2007	4,483
2-jun-2007	4,336
3-jun-2007	5,087
4-jun-2007	4,106
5-jun-2007	3,748
6-jun-2007	3,419
7-jun-2007	2,783
8-jun-2007	2,551
9-jun-2007	2,342
10-jun-2007	3,978
11-jun-2007	5,663
12-jun-2007	3,880
13-jun-2007	4,637
14-jun-2007	3,629
15-jun-2007	2,734
16-jun-2007	2,362
17-jun-2007	2,563
18-jun-2007	3,309
19-jun-2007	2,279
20-jun-2007	1,920
21-jun-2007	2,190
22-jun-2007	1,906
23-jun-2007	1,599
24-jun-2007	1,506
25-jun-2007	1,413
26-jun-2007	1,411
27-jun-2007	1,411
28-jun-2007	1,370
29-jun-2007	1,259
30-jun-2007	1,180
1-jul-2007	1,136
2-jul-2007	1,073
3-jul-2007	1,066

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
4-jul-2007	0,973
5-jul-2007	0,973
6-jul-2007	0,973
7-jul-2007	0,853
8-jul-2007	0,765
9-jul-2007	0,790
10-jul-2007	0,848
11-jul-2007	0,869
12-jul-2007	0,790
13-jul-2007	0,790
14-jul-2007	0,707
15-jul-2007	0,585
16-jul-2007	0,557
17-jul-2007	0,605
18-jul-2007	0,629
19-jul-2007	0,604
20-jul-2007	0,629
21-jul-2007	0,632
22-jul-2007	0,629
23-jul-2007	0,578
24-jul-2007	0,557
25-jul-2007	0,557
26-jul-2007	0,535
27-jul-2007	0,490
28-jul-2007	0,490
29-jul-2007	0,463
30-jul-2007	0,428
31-jul-2007	0,428
1-ago-2007	0,406
2-ago-2007	0,370
3-ago-2007	0,370
4-ago-2007	0,370
5-ago-2007	0,370
6-ago-2007	0,370
7-ago-2007	0,370
8-ago-2007	0,345
9-ago-2007	0,404
10-ago-2007	0,392
11-ago-2007	0,370
12-ago-2007	0,370
13-ago-2007	0,370
14-ago-2007	0,370
15-ago-2007	0,345
16-ago-2007	0,318
17-ago-2007	0,345
18-ago-2007	0,370
19-ago-2007	0,345
20-ago-2007	0,324
21-ago-2007	1,332
22-ago-2007	5,238
23-ago-2007	7,164

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
24-ago-2007	11,226
25-ago-2007	6,231
26-ago-2007	5,434
27-ago-2007	2,841
28-ago-2007	1,785
29-ago-2007	1,407
30-ago-2007	1,176
31-ago-2007	0,986
1-sep-2007	0,879
2-sep-2007	0,839
3-sep-2007	0,756
4-sep-2007	0,707
5-sep-2007	0,778
6-sep-2007	0,761
7-sep-2007	0,676
8-sep-2007	0,588
9-sep-2007	0,557
10-sep-2007	0,557
11-sep-2007	0,557
12-sep-2007	0,557
13-sep-2007	0,543
14-sep-2007	0,490
15-sep-2007	0,490
16-sep-2007	0,490
17-sep-2007	0,490
18-sep-2007	0,548
19-sep-2007	0,658
20-sep-2007	0,614
21-sep-2007	0,512
22-sep-2007	0,490
23-sep-2007	0,579
24-sep-2007	0,553
25-sep-2007	0,473
26-sep-2007	0,624
27-sep-2007	1,391
28-sep-2007	2,653
29-sep-2007	1,542
30-sep-2007	1,073
1-oct-2007	0,878
2-oct-2007	0,870
3-oct-2007	0,806
4-oct-2007	4,264
5-oct-2007	4,727
6-oct-2007	6,292
7-oct-2007	3,968
8-oct-2007	2,680
9-oct-2007	1,985
10-oct-2007	1,594
11-oct-2007	8,390
12-oct-2007	5,833
13-oct-2007	3,646

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
14-oct-2007	2,799
15-oct-2007	1,920
16-oct-2007	1,669
17-oct-2007	1,496
18-oct-2007	1,361
19-oct-2007	1,292
20-oct-2007	1,249
21-oct-2007	0,973
22-oct-2007	0,825
23-oct-2007	0,986
24-oct-2007	0,798
25-oct-2007	0,716
26-oct-2007	0,894
27-oct-2007	0,767
28-oct-2007	0,790
29-oct-2007	0,756
30-oct-2007	1,603
31-oct-2007	4,467
1-nov-2007	2,851
2-nov-2007	2,116
3-nov-2007	1,548
4-nov-2007	1,304
5-nov-2007	1,146
6-nov-2007	1,047
7-nov-2007	0,973
8-nov-2007	0,959
9-nov-2007	0,878
10-nov-2007	0,878
11-nov-2007	0,803
12-nov-2007	0,790
13-nov-2007	0,790
14-nov-2007	0,942
15-nov-2007	3,045
16-nov-2007	3,821
17-nov-2007	2,521
18-nov-2007	1,877
19-nov-2007	1,681
20-nov-2007	1,618
21-nov-2007	4,860
22-nov-2007	3,415
23-nov-2007	3,343
24-nov-2007	3,562
25-nov-2007	3,074
26-nov-2007	3,211
27-nov-2007	3,295
28-nov-2007	2,626
29-nov-2007	1,978
30-nov-2007	1,792
1-dic-2007	1,508
2-dic-2007	1,518
3-dic-2007	1,452

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
4-dic-2007	4,203
5-dic-2007	6,393
6-dic-2007	4,039
7-dic-2007	3,517
8-dic-2007	5,678
9-dic-2007	6,714
10-dic-2007	18,901
11-dic-2007	43,265
12-dic-2007	17,161
13-dic-2007	9,884
14-dic-2007	6,830
15-dic-2007	5,243
16-dic-2007	4,266
17-dic-2007	3,686
18-dic-2007	3,631
19-dic-2007	4,412
20-dic-2007	4,214
21-dic-2007	4,596
22-dic-2007	4,825
23-dic-2007	4,465
24-dic-2007	3,978
25-dic-2007	3,352
26-dic-2007	2,884
27-dic-2007	2,747
28-dic-2007	2,543
29-dic-2007	2,313
30-dic-2007	2,268
31-dic-2007	2,429
1-ene-2008	2,457
2-ene-2008	2,346
3-ene-2008	3,481
4-ene-2008	5,985
5-ene-2008	4,928
6-ene-2008	7,574
7-ene-2008	6,410
8-ene-2008	5,172
9-ene-2008	5,105
10-ene-2008	6,064
11-ene-2008	8,239
12-ene-2008	23,828
13-ene-2008	17,831
14-ene-2008	11,087
15-ene-2008	8,742
16-ene-2008	21,476
17-ene-2008	15,412
18-ene-2008	17,072
19-ene-2008	14,446
20-ene-2008	10,182
21-ene-2008	8,136
22-ene-2008	6,740
23-ene-2008	5,810

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
24-ene-2008	5,101
25-ene-2008	4,401
26-ene-2008	3,978
27-ene-2008	3,537
28-ene-2008	3,271
29-ene-2008	3,135
30-ene-2008	2,901
31-ene-2008	3,213
1-feb-2008	3,458
2-feb-2008	4,638
3-feb-2008	6,511
4-feb-2008	16,925
5-feb-2008	9,291
6-feb-2008	6,992
7-feb-2008	5,692
8-feb-2008	5,050
9-feb-2008	4,402
10-feb-2008	4,071
11-feb-2008	3,490
12-feb-2008	3,376
13-feb-2008	3,161
14-feb-2008	2,933
15-feb-2008	2,796
16-feb-2008	2,666
17-feb-2008	2,453
18-feb-2008	2,255
19-feb-2008	2,268
20-feb-2008	2,268
21-feb-2008	2,268
22-feb-2008	2,117
23-feb-2008	2,045
24-feb-2008	1,954
25-feb-2008	1,954
26-feb-2008	1,908
27-feb-2008	1,743
28-feb-2008	2,145
29-feb-2008	2,350
1-mar-2008	2,052
2-mar-2008	1,936
3-mar-2008	1,825
4-mar-2008	5,111
5-mar-2008	12,499
6-mar-2008	13,019
7-mar-2008	13,230
8-mar-2008	15,452
9-mar-2008	16,237
10-mar-2008	16,845
11-mar-2008	20,191
12-mar-2008	19,358
13-mar-2008	14,312
14-mar-2008	10,753



Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
15-mar-2008	8,528
16-mar-2008	6,797
17-mar-2008	5,785
18-mar-2008	5,343
19-mar-2008	6,393
20-mar-2008	6,238
21-mar-2008	5,322
22-mar-2008	56,092
23-mar-2008	42,080
24-mar-2008	125,603
25-mar-2008	291,376
26-mar-2008	104,798
27-mar-2008	83,799
28-mar-2008	182,044
29-mar-2008	45,147
30-mar-2008	31,237
31-mar-2008	28,110
1-abr-2008	39,406
2-abr-2008	43,128
3-abr-2008	25,131
4-abr-2008	18,846
5-abr-2008	14,690
6-abr-2008	11,774
7-abr-2008	9,697
8-abr-2008	9,353
9-abr-2008	8,869
10-abr-2008	12,418
11-abr-2008	59,164
12-abr-2008	25,079
13-abr-2008	18,511
14-abr-2008	21,720
15-abr-2008	16,589
16-abr-2008	12,987
17-abr-2008	14,648
18-abr-2008	21,205
19-abr-2008	18,426
20-abr-2008	22,365
21-abr-2008	17,524
22-abr-2008	17,766
23-abr-2008	14,414
24-abr-2008	14,005
25-abr-2008	11,157
26-abr-2008	9,345
27-abr-2008	7,855
28-abr-2008	7,017
29-abr-2008	6,039
30-abr-2008	5,711
1-may-2008	4,977
2-may-2008	4,418
3-may-2008	3,875
4-may-2008	3,439

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
5-may-2008	3,633
6-may-2008	3,299
7-may-2008	2,774
8-may-2008	2,707
9-may-2008	2,680
10-may-2008	7,317
11-may-2008	14,065
12-may-2008	7,922
13-may-2008	5,549
14-may-2008	7,286
15-may-2008	14,735
16-may-2008	8,121
17-may-2008	6,193
18-may-2008	5,025
19-may-2008	4,757
20-may-2008	4,631
21-may-2008	4,053
22-may-2008	4,693
23-may-2008	14,039
24-may-2008	42,358
25-may-2008	22,664
26-may-2008	16,598
27-may-2008	13,698
28-may-2008	11,139
29-may-2008	15,137
30-may-2008	9,291
31-may-2008	25,748
1-jun-2008	202,748
2-jun-2008	34,977
3-jun-2008	23,352
4-jun-2008	17,095
5-jun-2008	12,808
6-jun-2008	10,248
7-jun-2008	8,409
8-jun-2008	7,256
9-jun-2008	7,318
10-jun-2008	13,147
11-jun-2008	28,063
12-jun-2008	33,376
13-jun-2008	18,187
14-jun-2008	12,427
15-jun-2008	9,000
16-jun-2008	9,085
17-jun-2008	10,043
18-jun-2008	9,206
19-jun-2008	6,833
20-jun-2008	5,254
21-jun-2008	4,658
22-jun-2008	4,219
23-jun-2008	3,227
24-jun-2008	3,819

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
25-jun-2008	3,072
26-jun-2008	2,694
27-jun-2008	6,951
28-jun-2008	3,311
29-jun-2008	2,581
30-jun-2008	2,343
1-jul-2008	2,187
2-jul-2008	2,064
3-jul-2008	2,246
4-jul-2008	1,962
5-jul-2008	1,760
6-jul-2008	1,582
7-jul-2008	1,661
8-jul-2008	1,567
9-jul-2008	1,464
10-jul-2008	1,357
11-jul-2008	1,238
12-jul-2008	1,343
13-jul-2008	2,005
14-jul-2008	1,518
15-jul-2008	1,263
16-jul-2008	1,146
17-jul-2008	1,052
18-jul-2008	0,973
19-jul-2008	0,973
20-jul-2008	0,943
21-jul-2008	0,878
22-jul-2008	0,878
23-jul-2008	0,858
24-jul-2008	0,790
25-jul-2008	0,790
26-jul-2008	0,753
27-jul-2008	0,707
28-jul-2008	0,686
29-jul-2008	0,699
30-jul-2008	0,706
31-jul-2008	0,628
1-ago-2008	0,557
2-ago-2008	0,557
3-ago-2008	0,557
4-ago-2008	0,557
5-ago-2008	0,557
6-ago-2008	0,538
7-ago-2008	0,924
8-ago-2008	1,130
9-ago-2008	0,732
10-ago-2008	0,644
11-ago-2008	0,557
12-ago-2008	0,496
13-ago-2008	0,490
14-ago-2008	0,490

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
15-ago-2008	0,569
16-ago-2008	0,775
17-ago-2008	0,655
18-ago-2008	0,555
19-ago-2008	0,490
20-ago-2008	0,490
21-ago-2008	0,491
22-ago-2008	0,544
23-ago-2008	0,512
24-ago-2008	0,490
25-ago-2008	0,464
26-ago-2008	0,428
27-ago-2008	0,428
28-ago-2008	0,402
29-ago-2008	0,370
30-ago-2008	0,370
31-ago-2008	0,340
1-sep-2008	0,318
2-sep-2008	0,346
3-sep-2008	0,423
4-sep-2008	0,370
5-sep-2008	0,370
6-sep-2008	0,370
7-sep-2008	0,370
8-sep-2008	0,397
9-sep-2008	0,389
10-sep-2008	0,559
11-sep-2008	0,738
12-sep-2008	0,528
13-sep-2008	0,557
14-sep-2008	0,630
15-sep-2008	0,734
16-sep-2008	0,607
17-sep-2008	0,557
18-sep-2008	0,619
19-sep-2008	0,550
20-sep-2008	0,490
21-sep-2008	0,475
22-sep-2008	0,428
23-sep-2008	0,428
24-sep-2008	0,428
25-sep-2008	0,428
26-sep-2008	0,371
27-sep-2008	0,370
28-sep-2008	0,370
29-sep-2008	0,370
30-sep-2008	0,335
1-oct-2008	0,340
2-oct-2008	0,347
3-oct-2008	0,374
4-oct-2008	0,582

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
5-oct-2008	0,683
6-oct-2008	0,529
7-oct-2008	0,434
8-oct-2008	0,664
9-oct-2008	1,059
10-oct-2008	0,889
11-oct-2008	0,676
12-oct-2008	0,629
13-oct-2008	0,703
14-oct-2008	0,669
15-oct-2008	0,647
16-oct-2008	0,520
17-oct-2008	0,558
18-oct-2008	0,655
19-oct-2008	0,629
20-oct-2008	0,613
21-oct-2008	0,625
22-oct-2008	1,400
23-oct-2008	1,952
24-oct-2008	1,445
25-oct-2008	1,136
26-oct-2008	0,982
27-oct-2008	0,949
28-oct-2008	1,403
29-oct-2008	4,102
30-oct-2008	6,768
31-oct-2008	7,302
1-nov-2008	12,486
2-nov-2008	14,674
3-nov-2008	40,185
4-nov-2008	18,042
5-nov-2008	12,034
6-nov-2008	51,340
7-nov-2008	19,831
8-nov-2008	13,562
9-nov-2008	10,139
10-nov-2008	8,277
11-nov-2008	6,615
12-nov-2008	6,708
13-nov-2008	26,624
14-nov-2008	17,533
15-nov-2008	10,100
16-nov-2008	8,411
17-nov-2008	7,163
18-nov-2008	6,859
19-nov-2008	42,079
20-nov-2008	21,251
21-nov-2008	13,334
22-nov-2008	43,909
23-nov-2008	85,915
24-nov-2008	148,176

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
25-nov-2008	108,192
26-nov-2008	29,812
27-nov-2008	21,459
28-nov-2008	16,640
29-nov-2008	13,832
30-nov-2008	12,194
1-dic-2008	10,940
2-dic-2008	17,709
3-dic-2008	22,142
4-dic-2008	52,441
5-dic-2008	69,678
6-dic-2008	42,822
7-dic-2008	38,497
8-dic-2008	27,577
9-dic-2008	34,167
10-dic-2008	47,011
11-dic-2008	32,563
12-dic-2008	28,011
13-dic-2008	31,821
14-dic-2008	35,102
15-dic-2008	24,359
16-dic-2008	38,949
17-dic-2008	32,324
18-dic-2008	56,694
19-dic-2008	34,312
20-dic-2008	25,448
21-dic-2008	20,777
22-dic-2008	16,717
23-dic-2008	14,403
24-dic-2008	11,779
25-dic-2008	10,078
26-dic-2008	9,153
27-dic-2008	8,523
28-dic-2008	9,040
29-dic-2008	8,880
30-dic-2008	7,858
31-dic-2008	7,892
1-ene-2009	8,054
2-ene-2009	7,308
3-ene-2009	6,500
4-ene-2009	5,693
5-ene-2009	5,105
6-ene-2009	4,783
7-ene-2009	4,704
8-ene-2009	4,015
9-ene-2009	3,705
10-ene-2009	3,606
11-ene-2009	3,540
12-ene-2009	3,538
13-ene-2009	3,641
14-ene-2009	16,596



Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
15-ene-2009	14,969
16-ene-2009	9,983
17-ene-2009	7,877
18-ene-2009	7,208
19-ene-2009	10,400
20-ene-2009	23,535
21-ene-2009	14,187
22-ene-2009	19,454
23-ene-2009	54,292
24-ene-2009	107,563
25-ene-2009	46,178
26-ene-2009	35,390
27-ene-2009	205,128
28-ene-2009	146,357
29-ene-2009	61,853
30-ene-2009	38,787
31-ene-2009	30,017
1-feb-2009	25,066
2-feb-2009	25,802
3-feb-2009	19,935
4-feb-2009	15,407
5-feb-2009	12,859
6-feb-2009	15,398
7-feb-2009	19,000
8-feb-2009	25,920
9-feb-2009	45,094
10-feb-2009	74,590
11-feb-2009	103,992
12-feb-2009	219,679
13-feb-2009	52,107
14-feb-2009	27,749
15-feb-2009	21,598
16-feb-2009	17,428
17-feb-2009	14,628
18-feb-2009	12,660
19-feb-2009	8,841
20-feb-2009	7,754
21-feb-2009	6,774
22-feb-2009	5,958
23-feb-2009	5,538
24-feb-2009	5,377
25-feb-2009	5,182
26-feb-2009	4,818
27-feb-2009	4,768
28-feb-2009	4,801
1-mar-2009	4,469
2-mar-2009	4,502
3-mar-2009	4,824
4-mar-2009	5,807
5-mar-2009	16,494
6-mar-2009	24,029

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
7-mar-2009	48,276
8-mar-2009	40,616
9-mar-2009	25,771
10-mar-2009	19,031
11-mar-2009	15,822
12-mar-2009	13,206
13-mar-2009	11,432
14-mar-2009	10,028
15-mar-2009	9,037
16-mar-2009	8,440
17-mar-2009	7,604
18-mar-2009	5,665
19-mar-2009	5,177
20-mar-2009	4,738
21-mar-2009	4,064
22-mar-2009	3,614
23-mar-2009	3,396
24-mar-2009	3,201
25-mar-2009	3,127
26-mar-2009	2,735
27-mar-2009	2,825
28-mar-2009	2,796
29-mar-2009	3,105
30-mar-2009	3,093
31-mar-2009	2,859
1-abr-2009	2,638
2-abr-2009	2,560
3-abr-2009	2,436
4-abr-2009	2,378
5-abr-2009	2,183
6-abr-2009	2,235
7-abr-2009	4,484
8-abr-2009	5,866
9-abr-2009	3,982
10-abr-2009	12,549
11-abr-2009	41,124
12-abr-2009	25,306
13-abr-2009	18,113
14-abr-2009	13,425
15-abr-2009	23,842
16-abr-2009	19,617
17-abr-2009	14,463
18-abr-2009	11,828
19-abr-2009	10,705
20-abr-2009	10,346
21-abr-2009	9,525
22-abr-2009	7,018
23-abr-2009	6,290
24-abr-2009	5,650
25-abr-2009	5,222
26-abr-2009	8,353

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
27-abr-2009	14,855
28-abr-2009	16,367
29-abr-2009	12,103
30-abr-2009	9,977
1-may-2009	9,450
2-may-2009	9,208
3-may-2009	7,728
4-may-2009	6,730
5-may-2009	7,324
6-may-2009	6,589
7-may-2009	6,185
8-may-2009	5,833
9-may-2009	4,223
10-may-2009	7,783
11-may-2009	6,209
12-may-2009	4,448
13-may-2009	13,742
14-may-2009	45,291
15-may-2009	13,442
16-may-2009	9,082
17-may-2009	6,780
18-may-2009	5,531
19-may-2009	4,606
20-may-2009	4,420
21-may-2009	3,963
22-may-2009	3,429
23-may-2009	3,282
24-may-2009	5,462
25-may-2009	56,610
26-may-2009	20,192
27-may-2009	11,382
28-may-2009	8,073
29-may-2009	6,386
30-may-2009	5,210
31-may-2009	4,195
1-jun-2009	3,835
2-jun-2009	3,128
3-jun-2009	2,977
4-jun-2009	2,647
5-jun-2009	2,832
6-jun-2009	2,982
7-jun-2009	3,137
8-jun-2009	2,542
9-jun-2009	2,285
10-jun-2009	2,107
11-jun-2009	1,964
12-jun-2009	1,808
13-jun-2009	1,700
14-jun-2009	1,593
15-jun-2009	1,537
16-jun-2009	1,650

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
17-jun-2009	1,728
18-jun-2009	1,696
19-jun-2009	1,453
20-jun-2009	1,411
21-jun-2009	1,345
22-jun-2009	1,292
23-jun-2009	1,223
24-jun-2009	1,144
25-jun-2009	1,073
26-jun-2009	1,037
27-jun-2009	0,973
28-jun-2009	0,941
29-jun-2009	0,878
30-jun-2009	0,878
1-jul-2009	0,878
2-jul-2009	0,835
3-jul-2009	0,790
4-jul-2009	0,790
5-jul-2009	0,780
6-jul-2009	0,707
7-jul-2009	0,707
8-jul-2009	0,723
9-jul-2009	0,738
10-jul-2009	0,707
11-jul-2009	0,689
12-jul-2009	0,582
13-jul-2009	0,555
14-jul-2009	0,557
15-jul-2009	0,557
16-jul-2009	0,557
17-jul-2009	0,532
18-jul-2009	0,490
19-jul-2009	0,490
20-jul-2009	0,490
21-jul-2009	0,469
22-jul-2009	0,428
23-jul-2009	0,408
24-jul-2009	0,370
25-jul-2009	0,370
26-jul-2009	0,370
27-jul-2009	0,370
28-jul-2009	0,370
29-jul-2009	0,370
30-jul-2009	0,370
31-jul-2009	0,370
1-ago-2009	0,370
2-ago-2009	0,388
3-ago-2009	0,428
4-ago-2009	0,390
5-ago-2009	0,370
6-ago-2009	0,346

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
7-ago-2009	0,332
8-ago-2009	0,370
9-ago-2009	0,370
10-ago-2009	0,370
11-ago-2009	0,370
12-ago-2009	0,370
13-ago-2009	0,370
14-ago-2009	0,370
15-ago-2009	0,339
16-ago-2009	0,318
17-ago-2009	0,318
18-ago-2009	0,308
19-ago-2009	0,271
20-ago-2009	0,271
21-ago-2009	0,271
22-ago-2009	0,271
23-ago-2009	0,271
24-ago-2009	0,271
25-ago-2009	0,271
26-ago-2009	0,271
27-ago-2009	0,271
28-ago-2009	0,271
29-ago-2009	0,271
30-ago-2009	0,271
31-ago-2009	0,271
1-sep-2009	0,271
2-sep-2009	0,271
3-sep-2009	0,247
4-sep-2009	0,237
5-sep-2009	0,234
6-sep-2009	0,228
7-sep-2009	0,228
8-sep-2009	0,228
9-sep-2009	0,316
10-sep-2009	0,186
11-sep-2009	0,174
12-sep-2009	0,189
13-sep-2009	0,189
14-sep-2009	0,189
15-sep-2009	0,189
16-sep-2009	0,197
17-sep-2009	0,206
18-sep-2009	2,082
19-sep-2009	10,090
20-sep-2009	3,352
21-sep-2009	4,063
22-sep-2009	3,851
23-sep-2009	2,154
24-sep-2009	1,446
25-sep-2009	1,004
26-sep-2009	0,925

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
27-sep-2009	0,776
28-sep-2009	0,699
29-sep-2009	0,626
30-sep-2009	0,621
1-oct-2009	0,580
2-oct-2009	0,557
3-oct-2009	0,557
4-oct-2009	0,557
5-oct-2009	0,500
6-oct-2009	0,477
7-oct-2009	0,428
8-oct-2009	0,428
9-oct-2009	0,540
10-oct-2009	0,552
11-oct-2009	0,521
12-oct-2009	0,699
13-oct-2009	1,274
14-oct-2009	1,101
15-oct-2009	0,819
16-oct-2009	0,597
17-oct-2009	0,482
18-oct-2009	0,535
19-oct-2009	0,469
20-oct-2009	0,428
21-oct-2009	0,502
22-oct-2009	3,011
23-oct-2009	6,581
24-oct-2009	6,667
25-oct-2009	3,443
26-oct-2009	2,347
27-oct-2009	1,771
28-oct-2009	1,437
29-oct-2009	1,208
30-oct-2009	0,954
31-oct-2009	0,875
1-nov-2009	0,818
2-nov-2009	4,125
3-nov-2009	2,770
4-nov-2009	2,257
5-nov-2009	5,658
6-nov-2009	18,326
7-nov-2009	25,419
8-nov-2009	114,335
9-nov-2009	281,066
10-nov-2009	101,638
11-nov-2009	50,281
12-nov-2009	22,553
13-nov-2009	15,264
14-nov-2009	10,877
15-nov-2009	8,309
16-nov-2009	6,673

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
17-nov-2009	5,353
18-nov-2009	4,534
19-nov-2009	3,812
20-nov-2009	3,387
21-nov-2009	3,080
22-nov-2009	2,844
23-nov-2009	2,586
24-nov-2009	2,268
25-nov-2009	2,252
26-nov-2009	2,119
27-nov-2009	2,107
28-nov-2009	2,014
29-nov-2009	2,234
30-nov-2009	3,842
1-dic-2009	25,973
2-dic-2009	20,404
3-dic-2009	23,003
4-dic-2009	26,248
5-dic-2009	19,057
6-dic-2009	12,572
7-dic-2009	9,334
8-dic-2009	7,244
9-dic-2009	5,864
10-dic-2009	5,678
11-dic-2009	4,909
12-dic-2009	4,240
13-dic-2009	3,769
14-dic-2009	3,431
15-dic-2009	3,237
16-dic-2009	3,188
17-dic-2009	3,188
18-dic-2009	3,070
19-dic-2009	3,207
20-dic-2009	3,053
21-dic-2009	3,353
22-dic-2009	6,939
23-dic-2009	29,842
24-dic-2009	28,536
25-dic-2009	19,466
26-dic-2009	20,899
27-dic-2009	19,728
28-dic-2009	15,060
29-dic-2009	16,950
30-dic-2009	20,134
31-dic-2009	18,343
1-ene-2010	14,147
2-ene-2010	10,991
3-ene-2010	11,410
4-ene-2010	13,786
5-ene-2010	11,407
6-ene-2010	9,806

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
7-ene-2010	8,323
8-ene-2010	7,336
9-ene-2010	6,966
10-ene-2010	6,491
11-ene-2010	6,474
12-ene-2010	11,188
13-ene-2010	30,233
14-ene-2010	139,287
15-ene-2010	143,394
16-ene-2010	37,744
17-ene-2010	31,376
18-ene-2010	23,836
19-ene-2010	16,373
20-ene-2010	15,458
21-ene-2010	12,962
22-ene-2010	12,004
23-ene-2010	11,589
24-ene-2010	11,134
25-ene-2010	15,836
26-ene-2010	12,402
27-ene-2010	10,066
28-ene-2010	9,794
29-ene-2010	13,798
30-ene-2010	99,343
31-ene-2010	58,560
1-feb-2010	23,845
2-feb-2010	18,036
3-feb-2010	14,488
4-feb-2010	13,343
5-feb-2010	20,109
6-feb-2010	17,459
7-feb-2010	22,386
8-feb-2010	18,397
9-feb-2010	24,295
10-feb-2010	22,184
11-feb-2010	17,908
12-feb-2010	12,942
13-feb-2010	12,166
14-feb-2010	11,776
15-feb-2010	11,756
16-feb-2010	13,314
17-feb-2010	32,022
18-feb-2010	29,111
19-feb-2010	27,594
20-feb-2010	23,084
21-feb-2010	17,763
22-feb-2010	14,594
23-feb-2010	14,963
24-feb-2010	15,560
25-feb-2010	15,654
26-feb-2010	14,321

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
27-feb-2010	11,820
28-feb-2010	11,683
1-mar-2010	10,002
2-mar-2010	9,226
3-mar-2010	8,702
4-mar-2010	8,306
5-mar-2010	7,894
6-mar-2010	7,406
7-mar-2010	7,033
8-mar-2010	6,569
9-mar-2010	6,044
10-mar-2010	5,641
11-mar-2010	5,363
12-mar-2010	5,204
13-mar-2010	6,085
14-mar-2010	7,799
15-mar-2010	7,154
16-mar-2010	7,414
17-mar-2010	6,917
18-mar-2010	6,646
19-mar-2010	6,233
20-mar-2010	5,953
21-mar-2010	6,076
22-mar-2010	5,673
23-mar-2010	5,143
24-mar-2010	4,713
25-mar-2010	8,850
26-mar-2010	7,757
27-mar-2010	6,170
28-mar-2010	5,410
29-mar-2010	5,178
30-mar-2010	7,013
31-mar-2010	10,300
1-abr-2010	14,858
2-abr-2010	10,259
3-abr-2010	8,425
4-abr-2010	7,586
5-abr-2010	7,110
6-abr-2010	6,160
7-abr-2010	5,637
8-abr-2010	7,460
9-abr-2010	6,568
10-abr-2010	5,488
11-abr-2010	4,872
12-abr-2010	4,348
13-abr-2010	3,995
14-abr-2010	3,433
15-abr-2010	3,391
16-abr-2010	3,249
17-abr-2010	3,067
18-abr-2010	2,809

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
19-abr-2010	2,825
20-abr-2010	3,559
21-abr-2010	2,763
22-abr-2010	3,080
23-abr-2010	4,219
24-abr-2010	3,239
25-abr-2010	2,743
26-abr-2010	2,522
27-abr-2010	2,311
28-abr-2010	2,153
29-abr-2010	2,022
30-abr-2010	4,940
1-may-2010	4,676
2-may-2010	3,838
3-may-2010	7,235
4-may-2010	65,632
5-may-2010	240,135
6-may-2010	52,738
7-may-2010	25,877
8-may-2010	21,311
9-may-2010	18,485
10-may-2010	18,852
11-may-2010	15,495
12-may-2010	12,089
13-may-2010	8,359
14-may-2010	7,124
15-may-2010	14,075
16-may-2010	16,171
17-may-2010	10,648
18-may-2010	8,275
19-may-2010	6,467
20-may-2010	5,383
21-may-2010	4,560
22-may-2010	3,961
23-may-2010	3,392
24-may-2010	2,837
25-may-2010	2,760
26-may-2010	2,502
27-may-2010	2,228
28-may-2010	2,107
29-may-2010	2,017
30-may-2010	1,837
31-may-2010	1,813
1-jun-2010	1,808
2-jun-2010	1,673
3-jun-2010	1,669
4-jun-2010	1,610
5-jun-2010	1,497
6-jun-2010	1,763
7-jun-2010	1,578
8-jun-2010	1,461

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
9-jun-2010	1,563
10-jun-2010	1,799
11-jun-2010	1,579
12-jun-2010	1,553
13-jun-2010	2,710
14-jun-2010	2,150
15-jun-2010	2,205
16-jun-2010	4,792
17-jun-2010	58,314
18-jun-2010	16,308
19-jun-2010	9,874
20-jun-2010	17,658
21-jun-2010	10,117
22-jun-2010	6,684
23-jun-2010	4,906
24-jun-2010	4,028
25-jun-2010	3,214
26-jun-2010	2,735
27-jun-2010	2,499
28-jun-2010	2,381
29-jun-2010	1,907
30-jun-2010	1,759
1-jul-2010	1,669
2-jul-2010	1,583
3-jul-2010	1,489
4-jul-2010	1,459
5-jul-2010	1,356
6-jul-2010	1,256
7-jul-2010	1,180
8-jul-2010	1,153
9-jul-2010	1,032
10-jul-2010	0,973
11-jul-2010	0,973
12-jul-2010	0,931
13-jul-2010	0,878
14-jul-2010	0,837
15-jul-2010	0,790
16-jul-2010	0,756
17-jul-2010	0,707
18-jul-2010	0,707
19-jul-2010	0,707
20-jul-2010	0,707
21-jul-2010	0,728
22-jul-2010	0,770
23-jul-2010	0,790
24-jul-2010	0,781
25-jul-2010	0,707
26-jul-2010	0,707
27-jul-2010	0,685
28-jul-2010	0,629
29-jul-2010	0,629

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
30-jul-2010	0,629
31-jul-2010	0,629
1-ago-2010	0,597
2-ago-2010	0,590
3-ago-2010	0,673
4-ago-2010	0,707
5-ago-2010	0,699
6-ago-2010	0,730
7-ago-2010	0,662
8-ago-2010	0,612
9-ago-2010	0,557
10-ago-2010	0,680
11-ago-2010	0,582
12-ago-2010	0,518
13-ago-2010	0,517
14-ago-2010	0,620
15-ago-2010	0,660
16-ago-2010	0,629
17-ago-2010	0,605
18-ago-2010	0,537
19-ago-2010	0,490
20-ago-2010	0,490
21-ago-2010	0,490
22-ago-2010	0,453
23-ago-2010	0,428
24-ago-2010	0,385
25-ago-2010	0,370
26-ago-2010	0,427
27-ago-2010	0,400
28-ago-2010	0,370
29-ago-2010	0,341
30-ago-2010	0,341
31-ago-2010	0,355
1-sep-2010	0,426
2-sep-2010	0,438
3-sep-2010	0,300
4-sep-2010	0,333
5-sep-2010	0,370
6-sep-2010	0,352
7-sep-2010	0,431
8-sep-2010	0,645
9-sep-2010	0,681
10-sep-2010	0,504
11-sep-2010	0,470
12-sep-2010	0,409
13-sep-2010	0,370
14-sep-2010	0,370
15-sep-2010	0,370
16-sep-2010	0,370
17-sep-2010	0,382
18-sep-2010	0,428

Fecha	Caudal m <sup>3</sup> /h
19-sep-2010	0,428
20-sep-2010	0,428
21-sep-2010	0,403
22-sep-2010	0,370
23-sep-2010	0,370
24-sep-2010	0,370
25-sep-2010	0,566
26-sep-2010	0,629
27-sep-2010	0,597
28-sep-2010	0,557
29-sep-2010	0,557
30-sep-2010	0,466

## ANEXO 2



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación: INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELECTRICO

Título del proyecto: GENERACIÓN ELÉCTRICA EN UNA MINICENTRAL DE  
LAKUNTZA

ANEXO 4: Planos

Xabier Lizarraga Andueza

Blas Hermoso Alameda

Justo García Ortega

Pamplona, 19 de Julio de 2012

## **Planos Mecánicos:**

Plano numero 1: Situación y Emplazamiento

Plano numero 2: Cuenca de Captación

Plano numero 3: Situación de Azud/ Canal, Sala de Turbina, Rio y Desagüe

Plano numero 4: Sala de Turbina

Plano numero 5: Canal, Secciones y Planta

Plano numero 6: Tubo de Aspiración

Plano numero 7: Sistema de Trasmisión de Giro turbina

Plano numero 8: Sistema de Regulación por nivel

Plano numero 9: Central Oleo Hidráulica

Plano numero 10: Escala de Peces

Plano numero 11: Generador, de 600 KVA de INDAR

Plano numero 12: Detalle Compuerta - A

Plano numero 13: Detalle Compuerta -B

Plano numero 14: Esquema Hidráulico Compuerta Inicio Canal

Plano numero 15: Canal, Secciones y Planta, sección A-A

Plano numero 16: Canal, Secciones y Planta, Sección B-B

Plano numero 17: Canal, Secciones y Planta, Sección C-C, Canal de Restitución

Plano numero 18: Detalle Reja Autolimpiable

Plano numero 19: Detalle Puente Grúa

Plano numero 20: Detalle Compuerta de Limpieza

Plano numero 21: Plano Topográfico

Plano numero 22: Detalle Cámara Espiral y Caracol



## **Planos Eléctricos:**

Esquema Eléctrico, Media Tensión, Medida y Protección

Plano numero 1: Disposición Cabinas

Plano numero 2: Cabinas -1-2-3. Esquema Unifilar.

Plano numero 3: Cabinas 4-5. Esquema Unifilar.

Plano numero 4: Cabinas 6. Esquema Unifilar.

Plano numero 5: Cabinas 1. Circuito de Fuerza y Señalización.

Plano numero 6: Cabinas 2. Circuito de Mando y Protección.

Plano numero 7: Cabinas 2. Circuito de Mando (Cabina Disyuntor de Red).

Plano numero 8: Cabinas 2. Circuito de Mando y Protección.

Plano numero 9: Cabinas 3. Circuito de Medida de Compañía.

Plano numero 10: Cabina 4. Entrada de Cabinas 20 Kv. Sincronismo.

Plano numero 11: Cabinas 5. Circuito de Medida y Protección acoplamiento Generador.

Plano numero 12: Cabina 5. Maniobra Bobinas.

Plano numero 13: Relé de protección del Transformador.

Plano numero 14: Cabina 6. Medida de 6 kv.

Plano numero 15: Caja de Bornes del Alternador.

## **Esquema Eléctrico, Mando; Sincronización, Acoplamiento y Regulación.**

Plano numero 1: Distribución en 48 V en DC para Alimentación.

Plano numero 2: Mando Bobina del Disyuntor de Grupo.

Plano numero 3: Regulador de Tensión.

Plano numero 4: Regulador de Tensión.

Plano numero 5: Analizador de Red y convertidor de Potencia.

Plano numero 6: Convertidor de Tensión de Red.

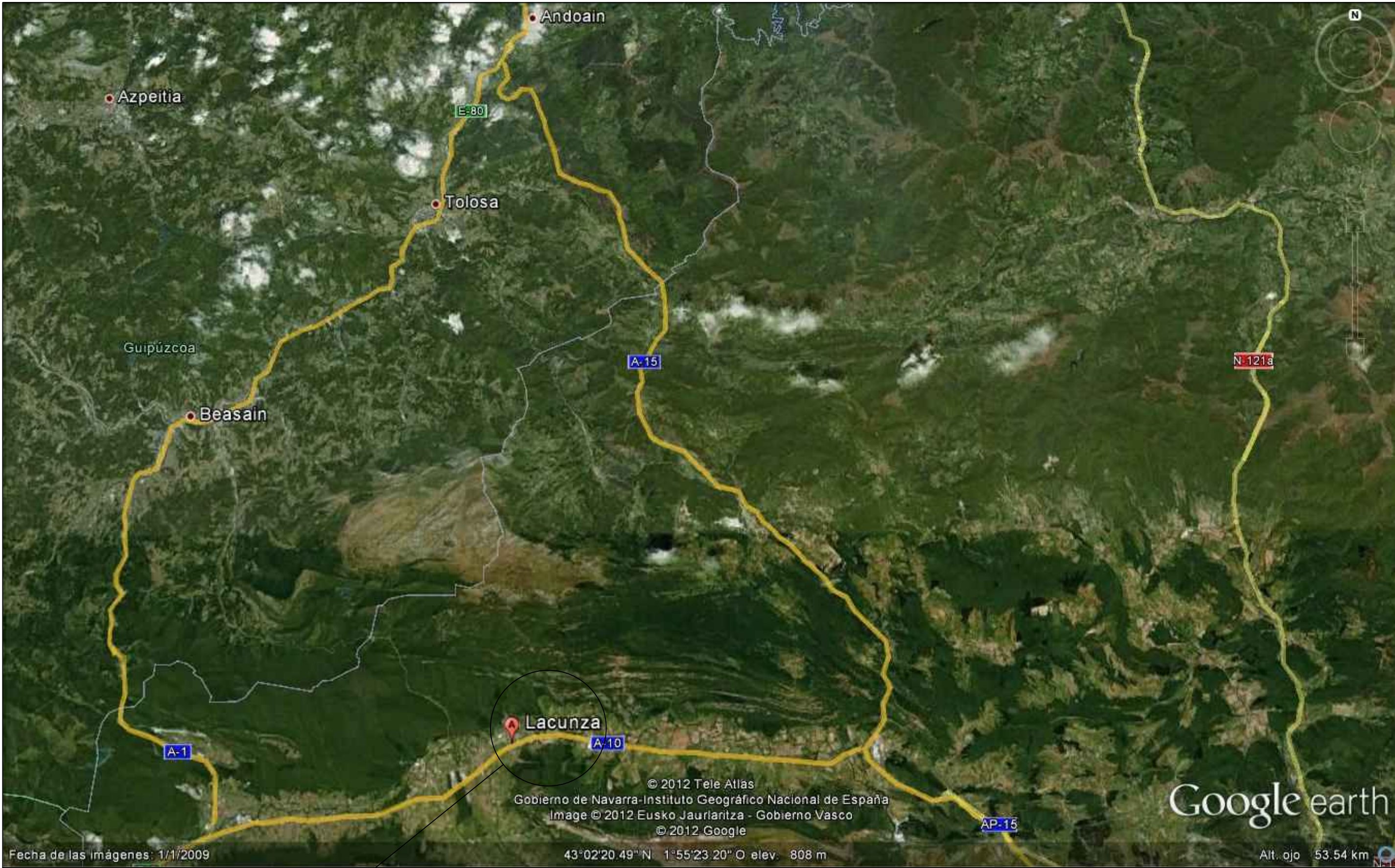
Plano numero 7: Tensión de Control del Generador.

Plano numero 8: Sincronizador de Grupo.

Plano numero 9: Relé de Vigilancia de Sincronismo.








OBJETO DEL PROYECTO

SITUACION

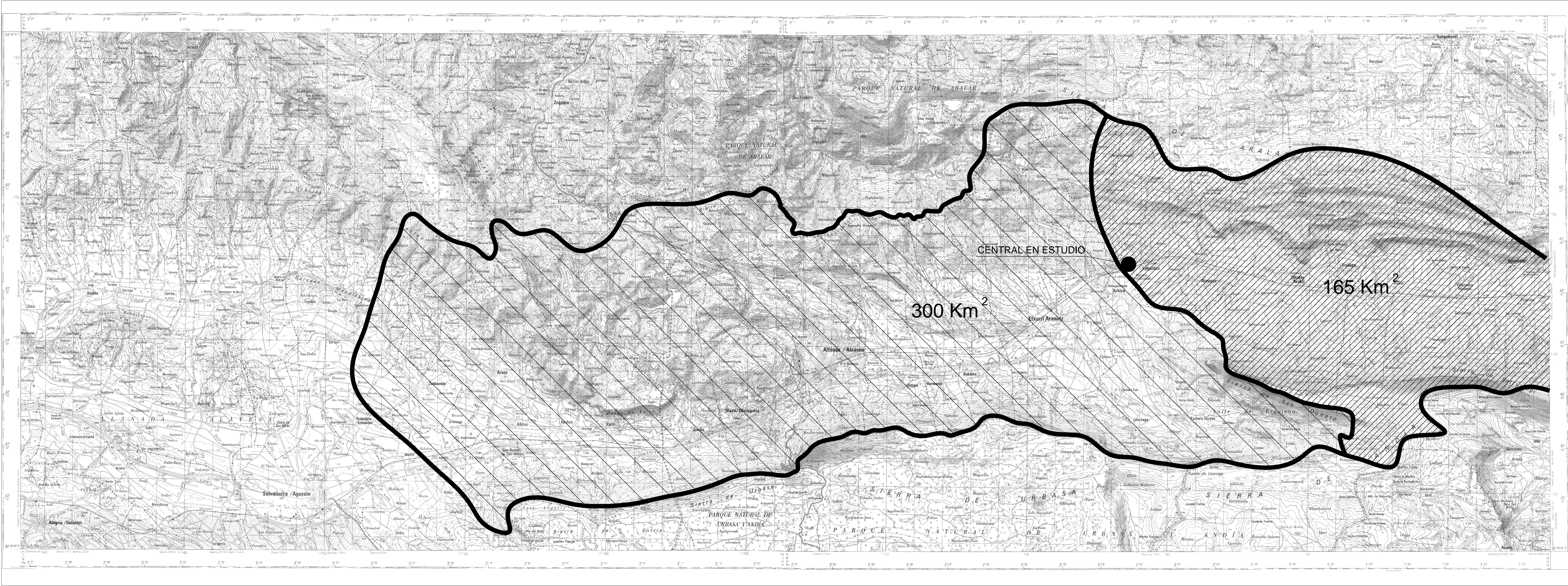
SITUACION DEL EDIFICIO




EMPLAZAMIENTO

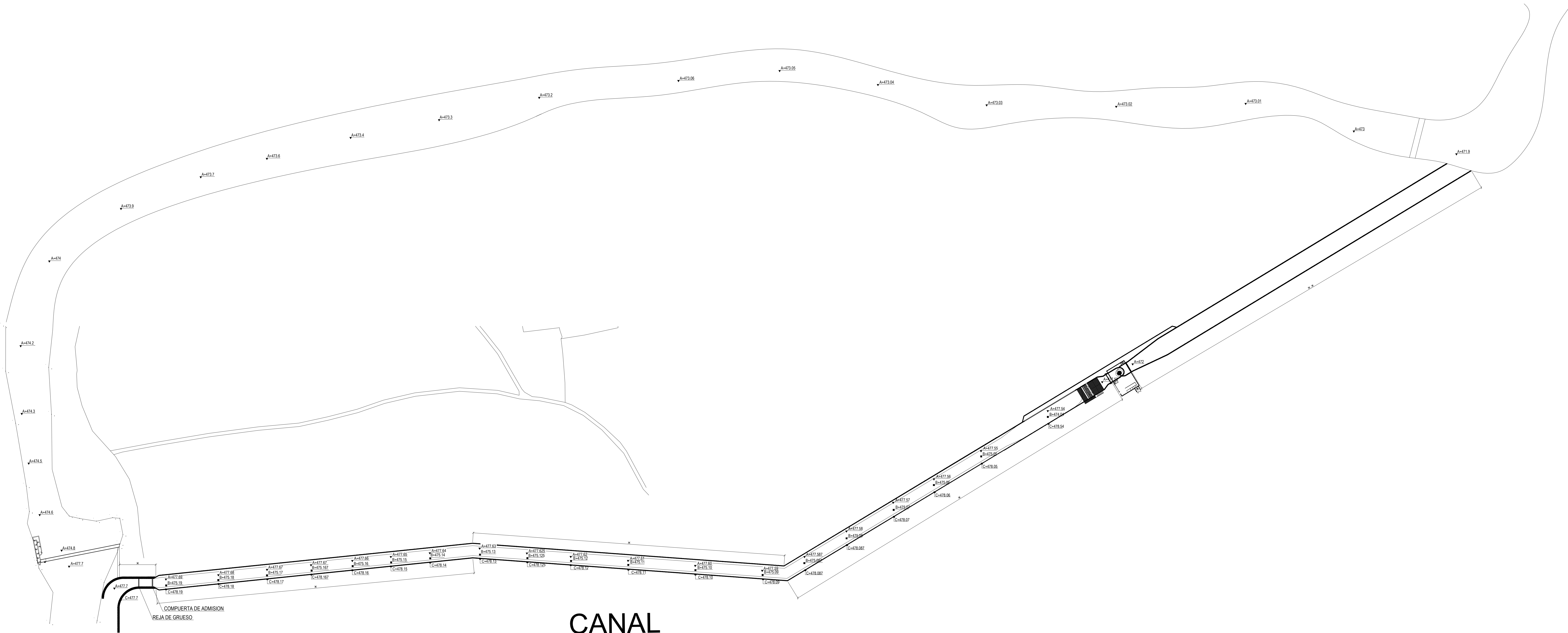
 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: <b>LIZARRAGA, XABIER</b>		
PROYECTO: <b>PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELECTRICA DE LACUNZA EN EL RIO ARAQUIL (NAVARRA)</b>		FIRMA:		
PLANO:	<b>SITUACION Y EMPLAZAMIENTO</b>	FECHA: <b>19-07-12</b>	ESCALA: <b>S/E</b>	Nº PLANO: <b>1</b>





 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO DE DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
	PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELECTRICA DE LACUNZA EN EL RIO ARAQUIL (NAVARRA)		REALIZADO: LIZARRAGA, XABIER	
	PLANO: CUENCA DE CAPTACION		FIRMA:	FECHA: 19-07-12
ESCALA: S/E			Nº PLANO: 2	

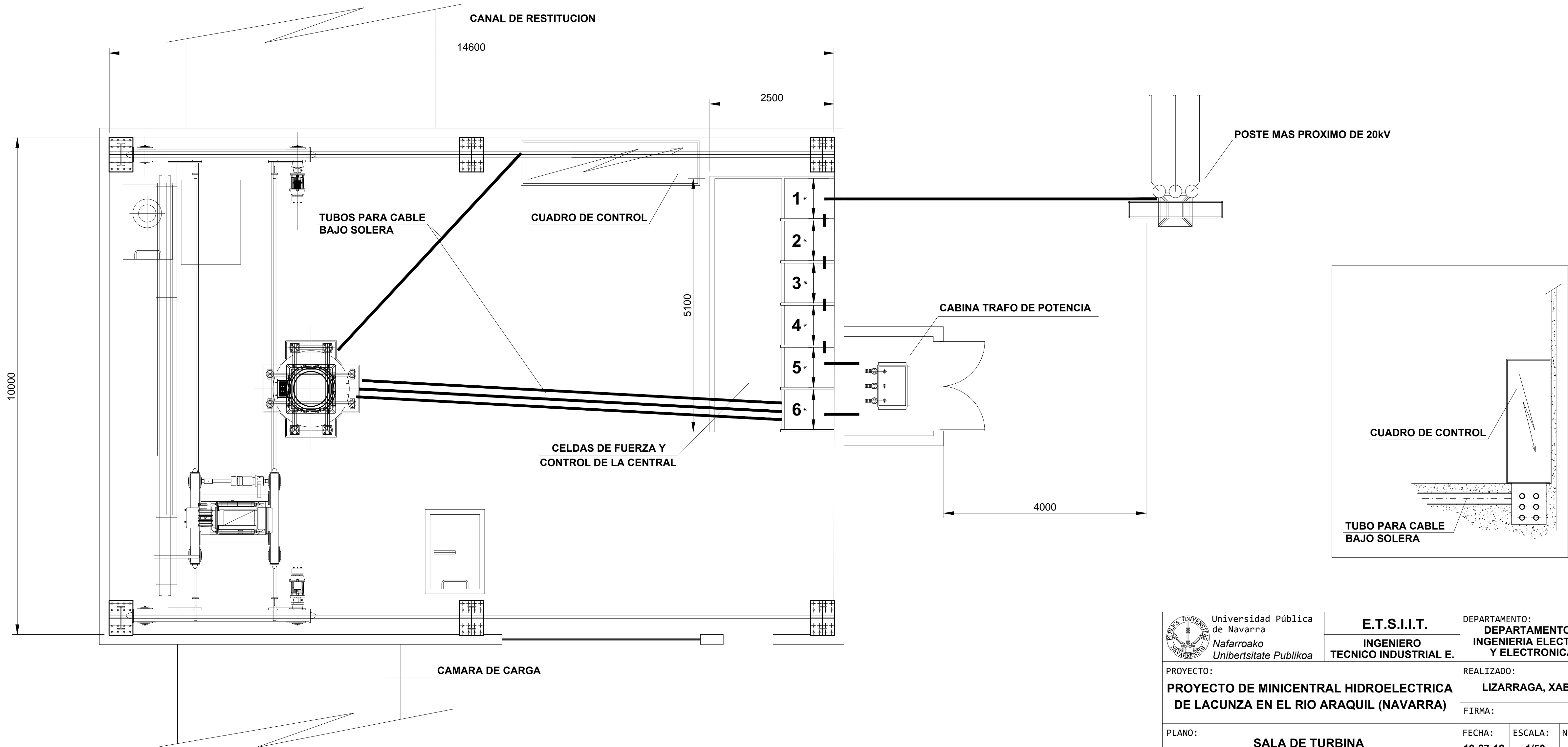
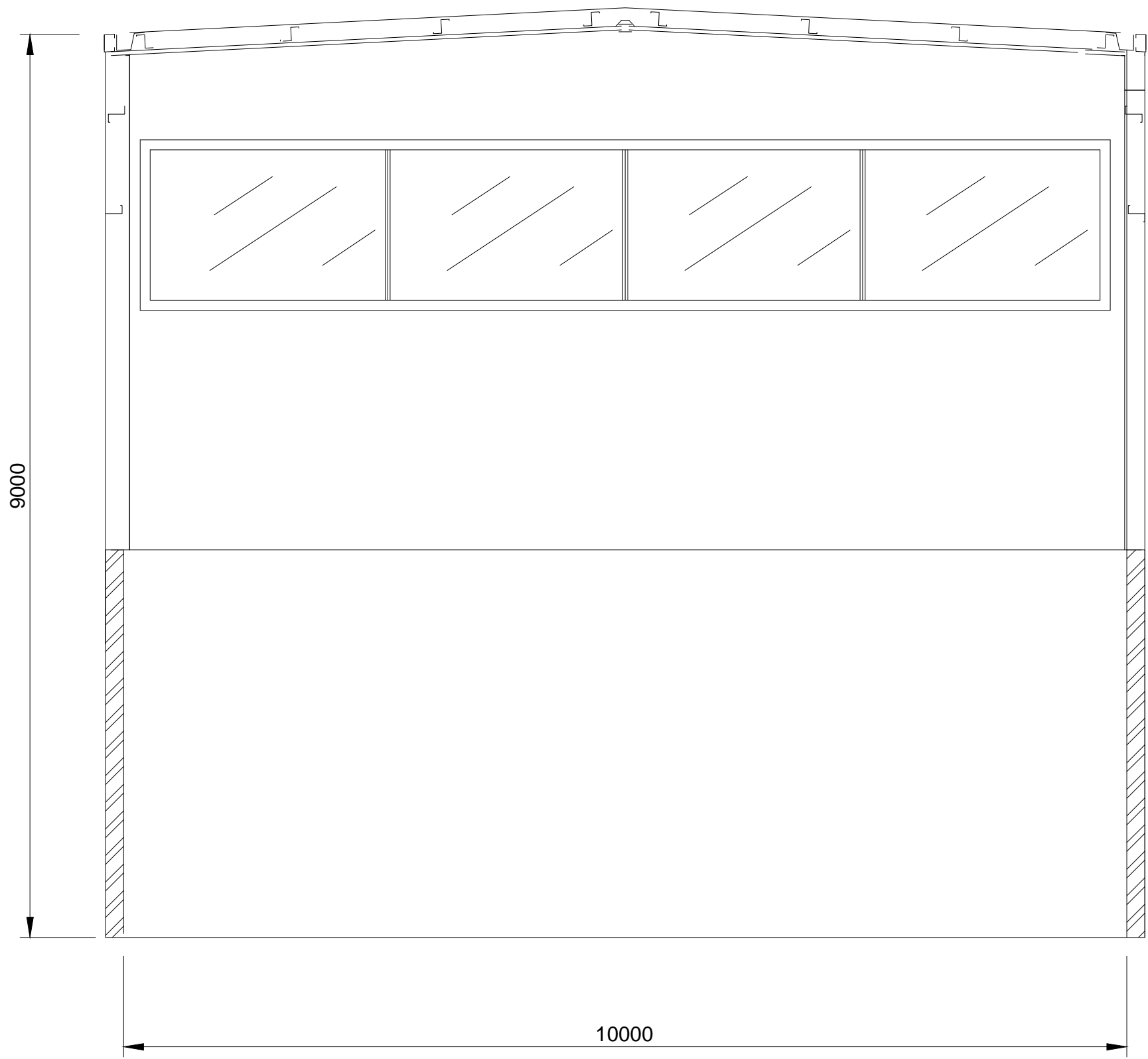
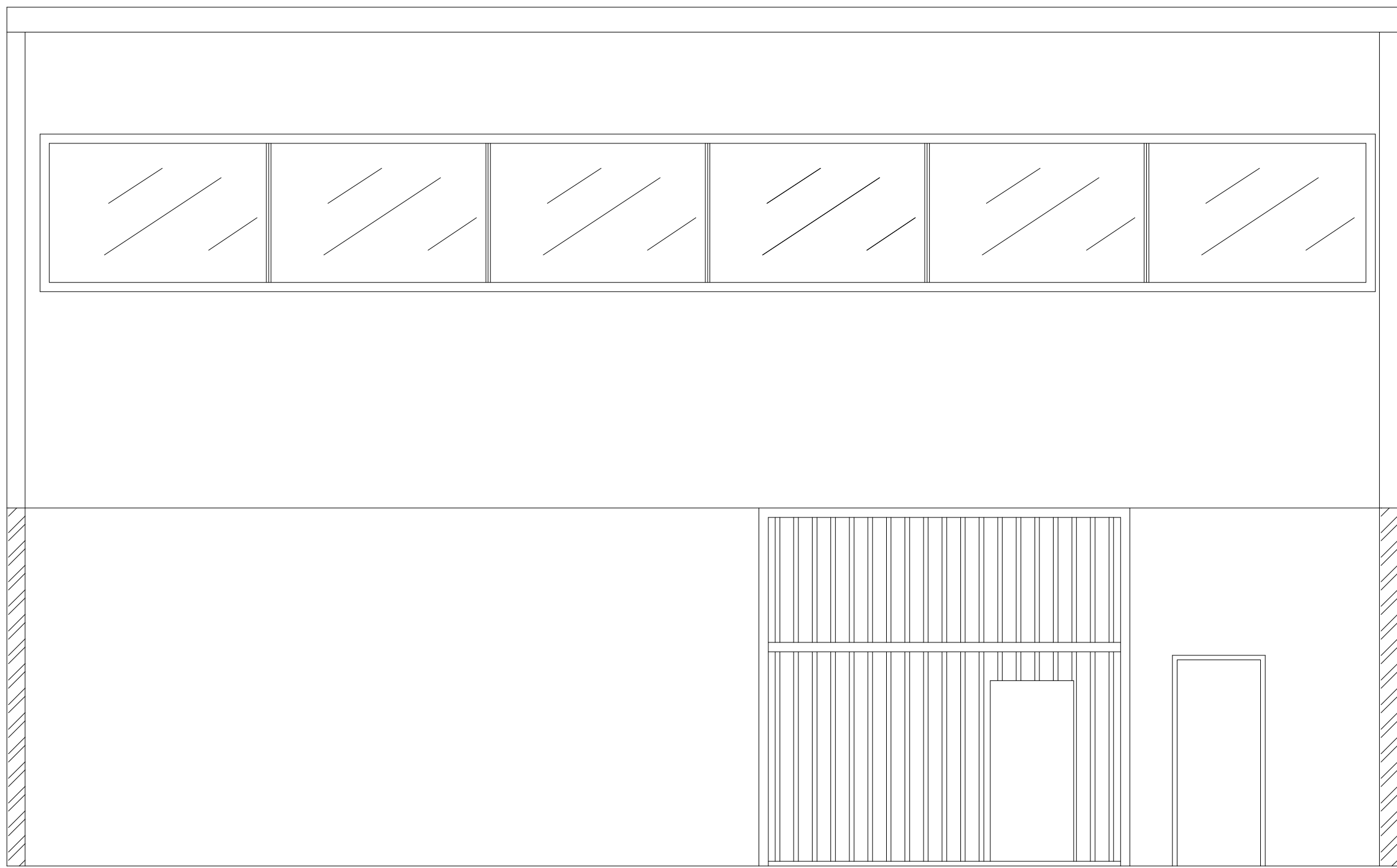
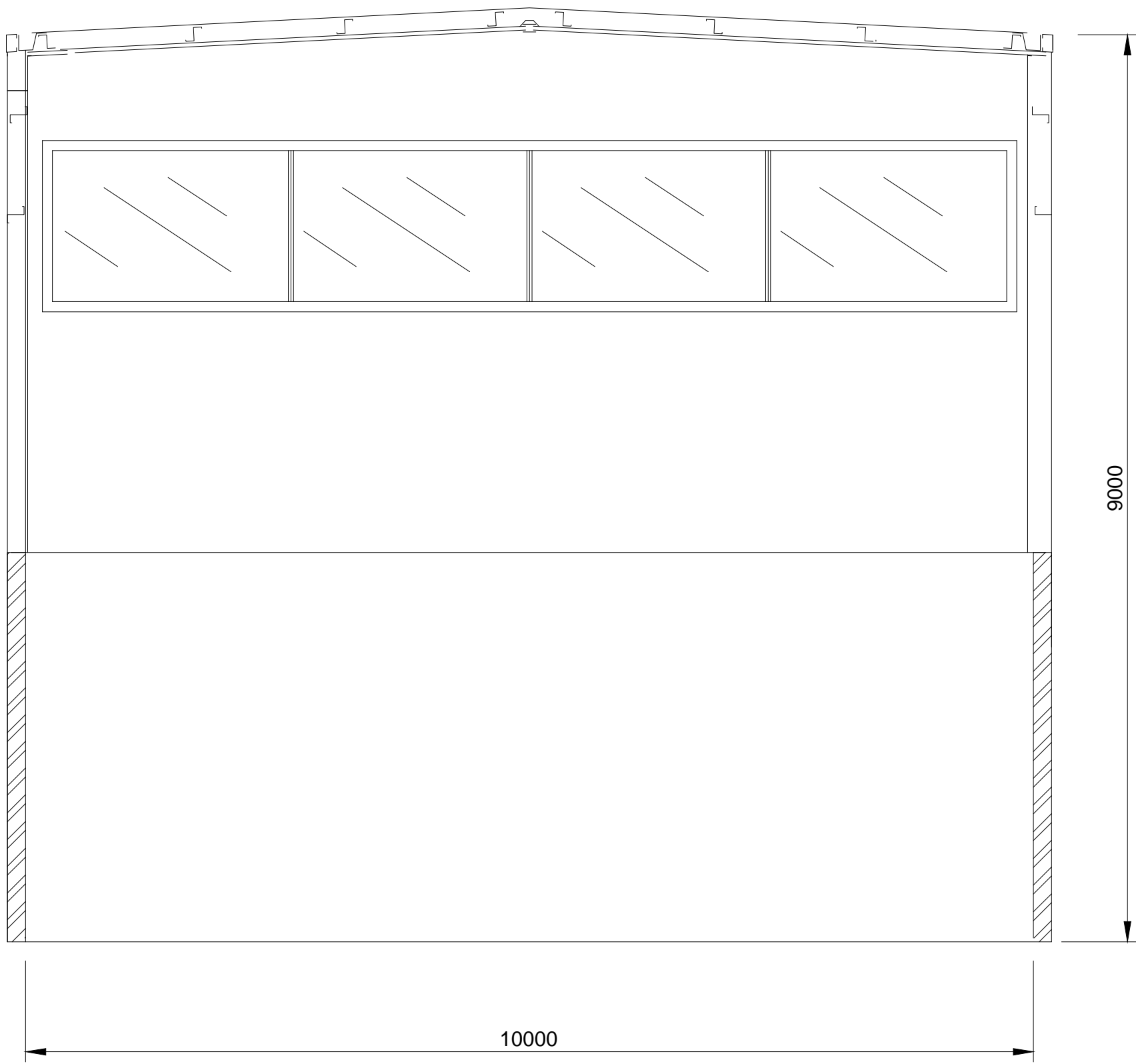





- LEYENDA:
- ▲ A- NIVEL LAMINA DE AGUA
  - B- NIVEL FONDO CANAL
  - C- NIVEL SUPERIOR MURO CANAL
  - \* LONGITUD DEL CANAL 550 METROS
  - \*\* LONGITUD DEL CANAL DE RESTITUCION 100 METROS

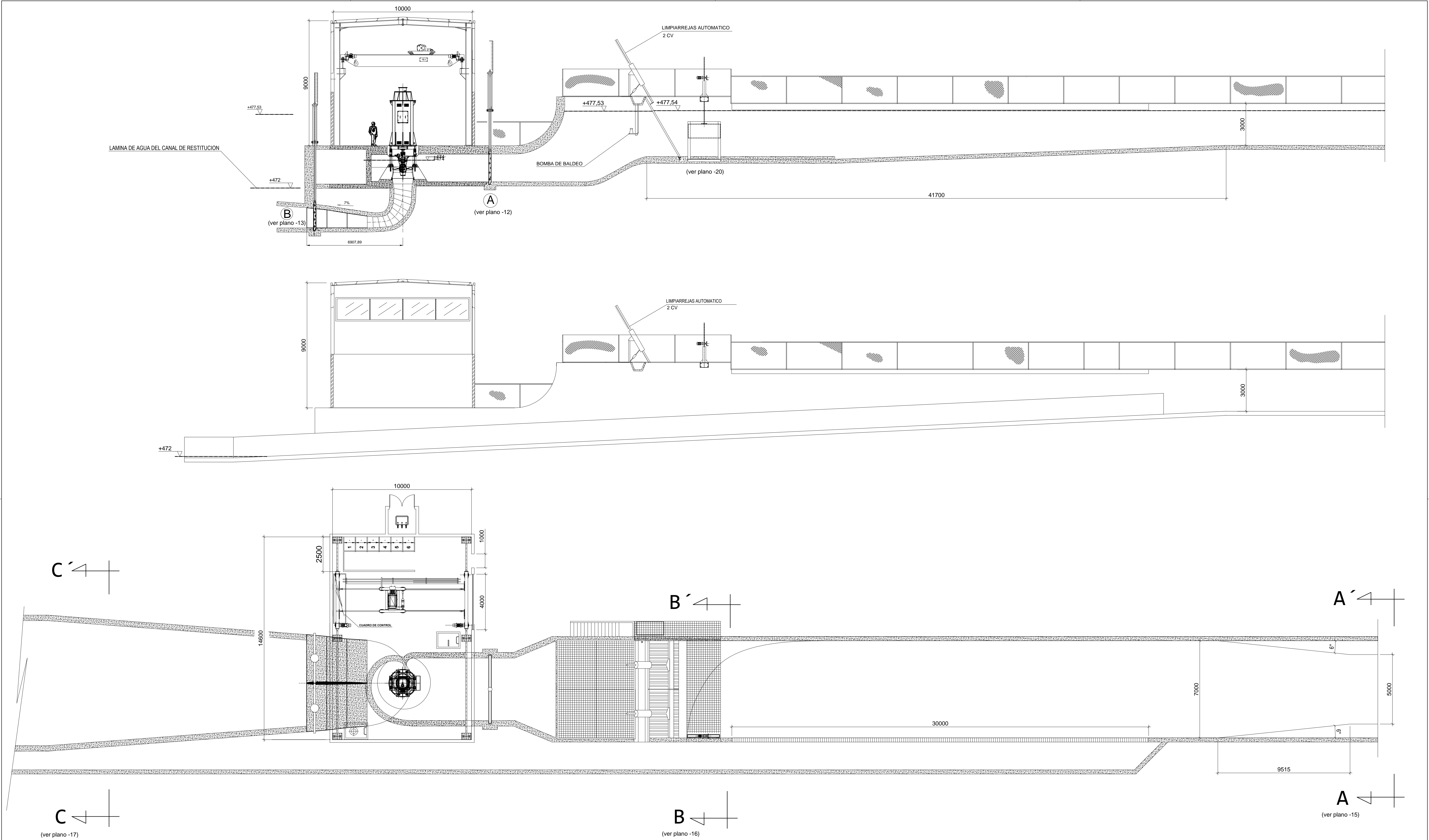
CANAL


 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA			
		REALIZADO: LIZARRAGA, XABIER			
PROYECTO: <b>PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELECTRICA DE LACUNZA EN EL RIO ARAQUIL (NAVARRA)</b>		FIRMA:			
PLANO:	<b>SITUACION DE AZUD/CANAL, SALA TURBINA, RIO Y DESAGÜE</b>		FECHA: 19-07-12	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 3

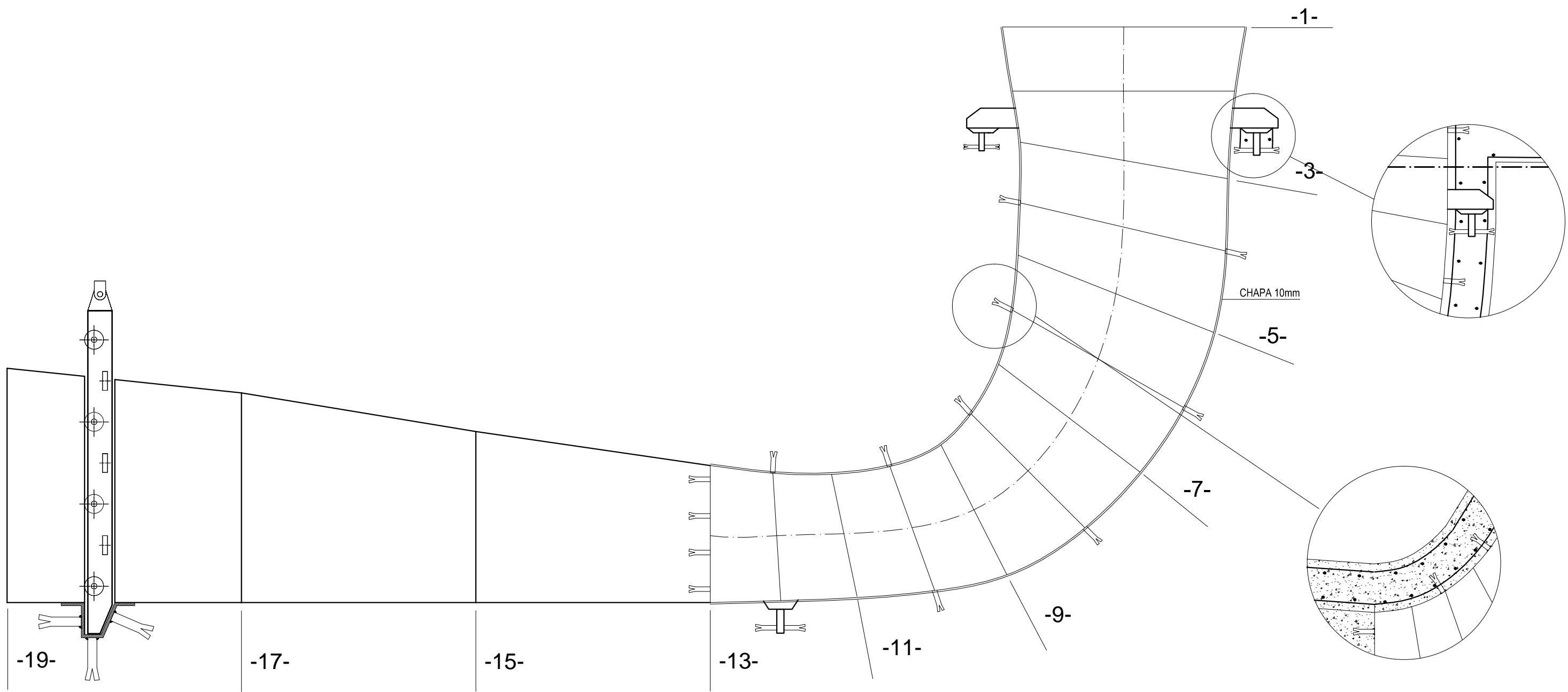


	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>		
		<b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>			
PROYECTO: <b>PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELECTRICA DE LACUNZA EN EL RIO ARAQUIL (NAVARRA)</b>			REALIZADO: <b>LIZARRAGA, XABIER</b>		
			FIRMA:		
PLANO: <b>SALA DE TURBINA</b>			FECHA: <b>19-07-12</b>	ESCALA: <b>1/50</b>	Nº PLANO: <b>4</b>

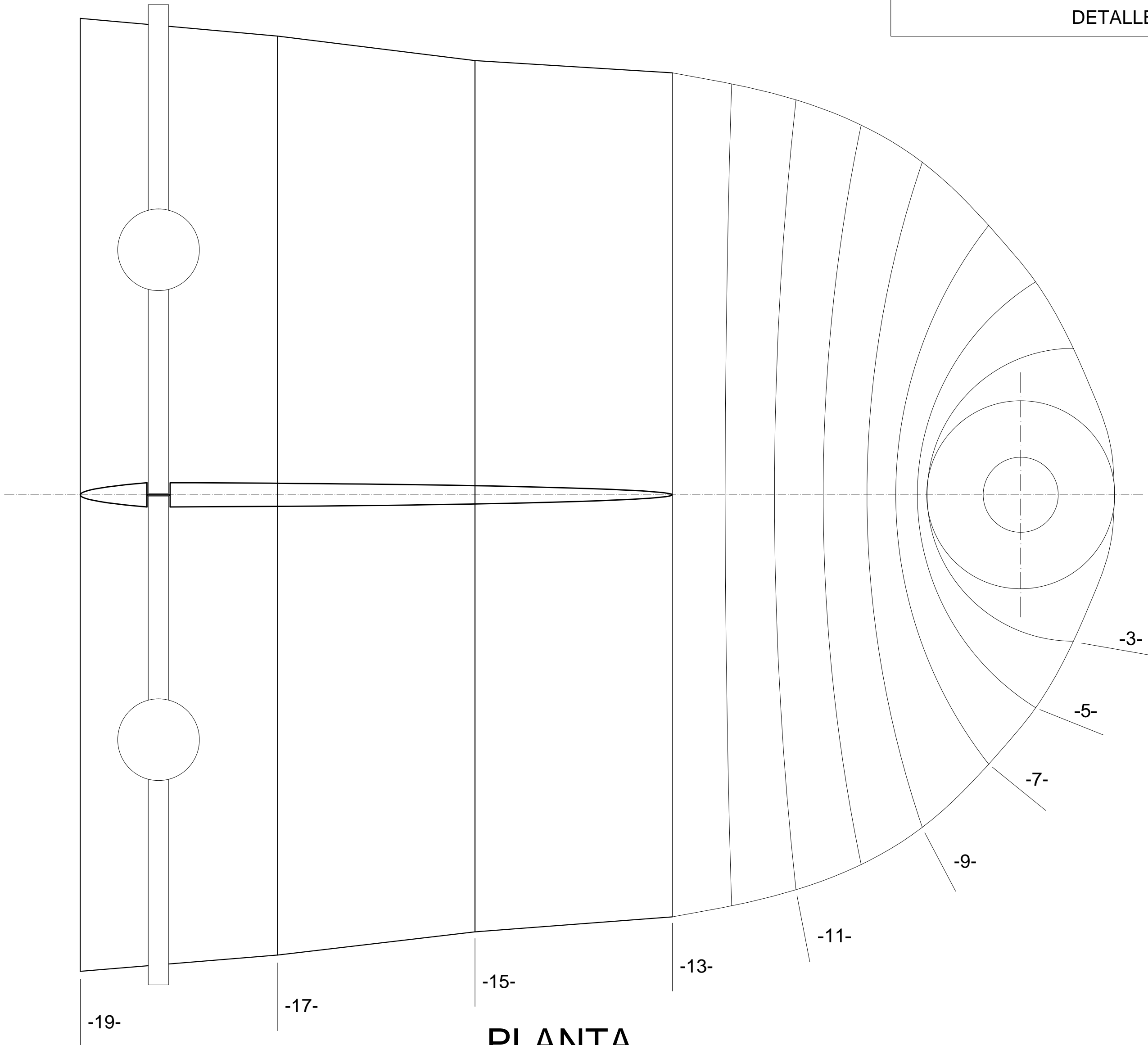
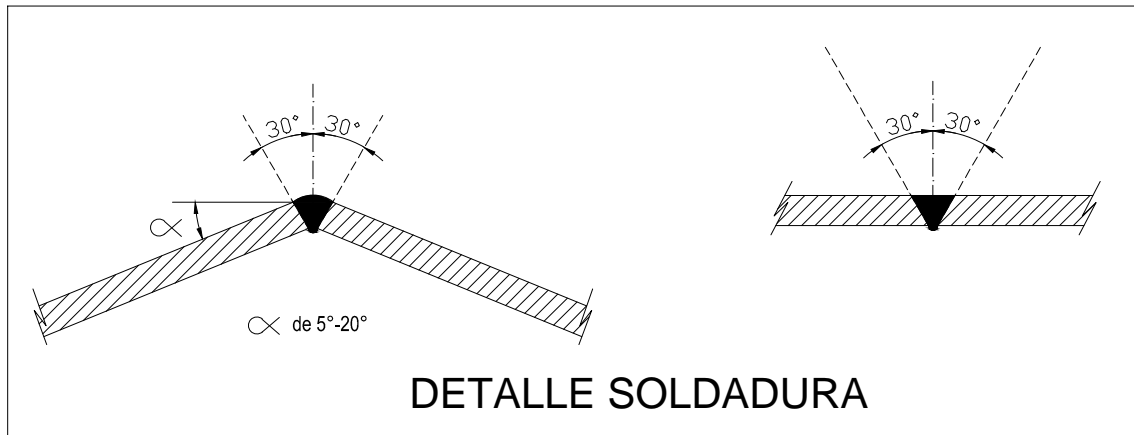




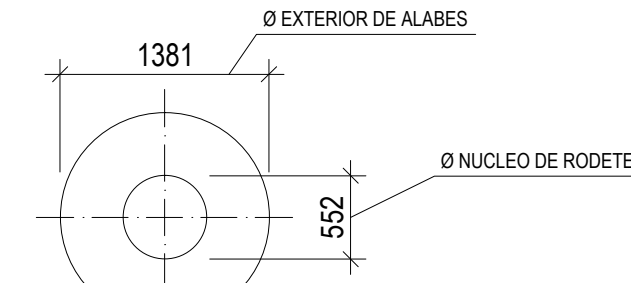
	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		
		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: LIZARRAGA, XABIER		
PROYECTO: PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELECTRICA DE LACUNZA EN EL RIO ARAQUIL (NAVARRA)			FIRMA:		
PLANO:	CANAL SECCIONES Y PLANTA		FECHA: 19-07-12	ESCALA: 1/125	Nº PLANO: 5



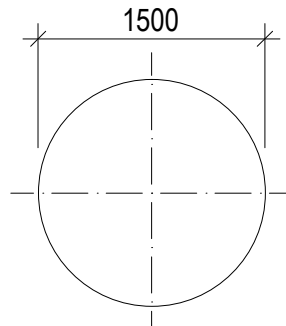
SECCION  
E 1/50



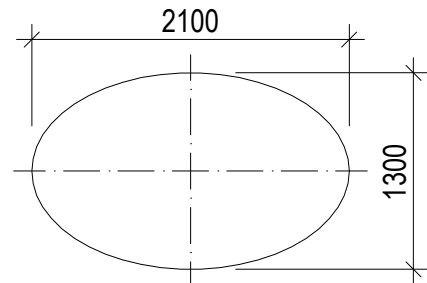
PLANTA  
E 1/50



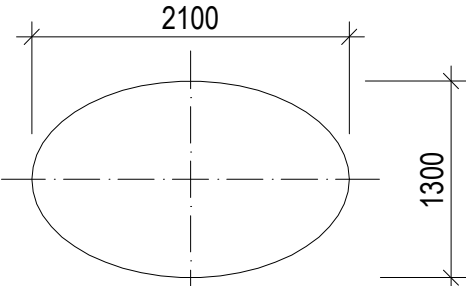
SECCION -1-



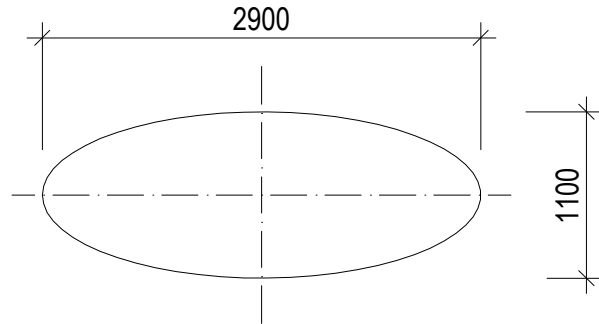
SECCION -3-



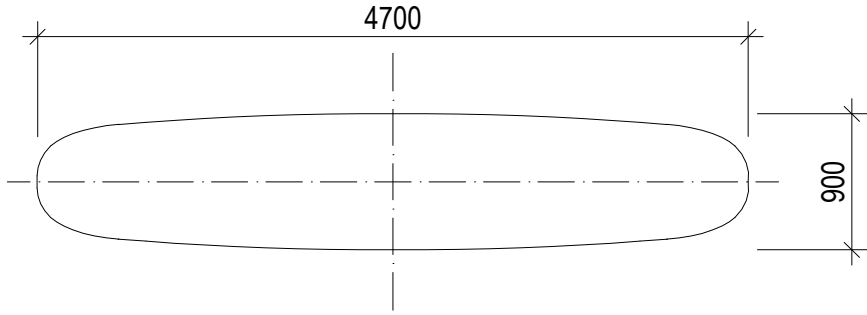
SECCION -5-



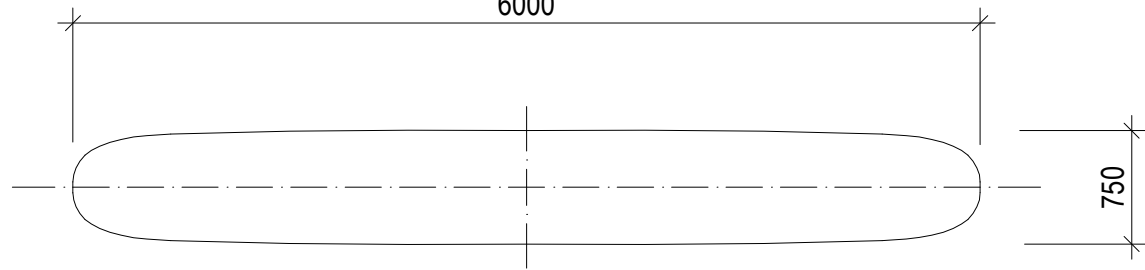
SECCION -7-



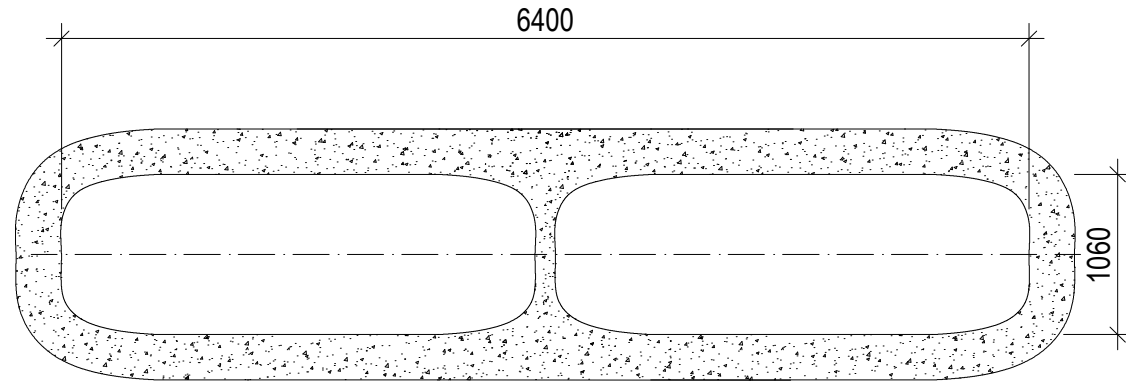
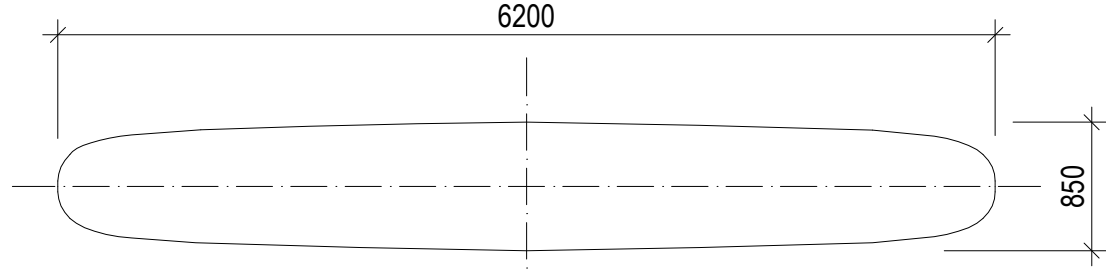
SECCION -9-



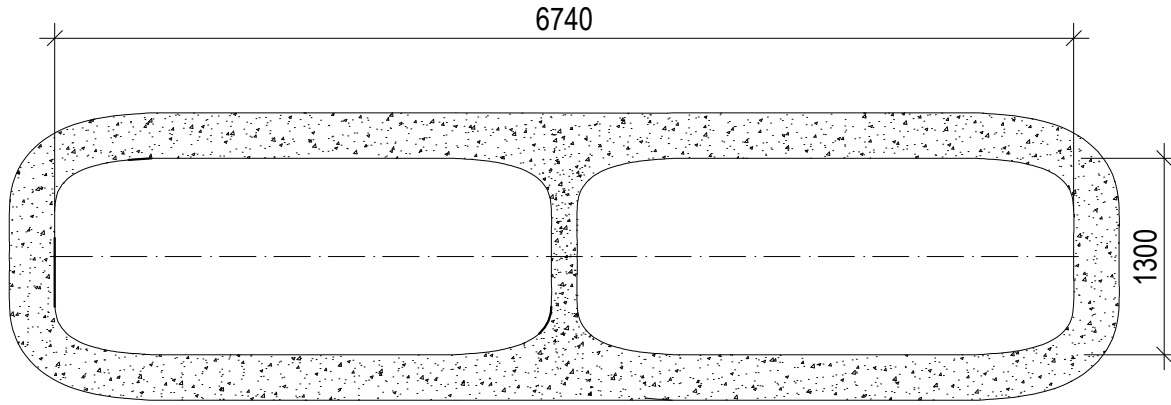
SECCION -11-



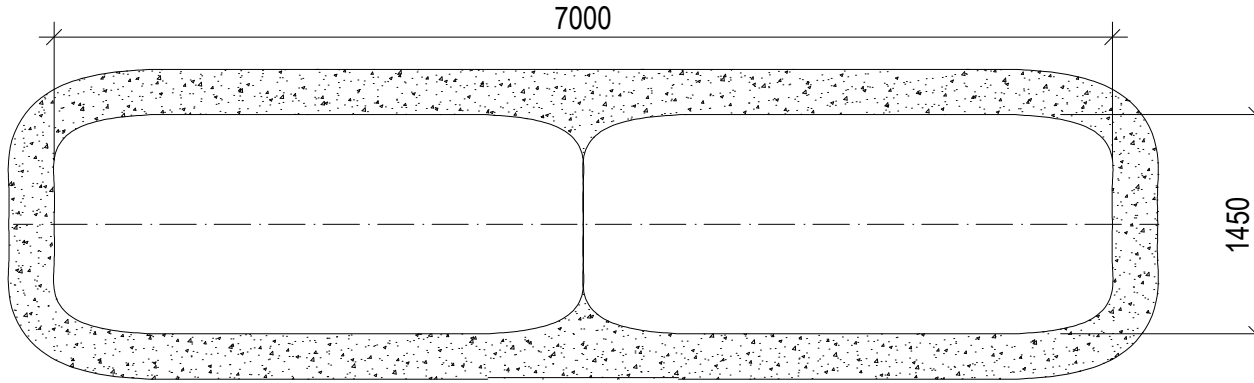
SECCION -13-



SECCION -17-



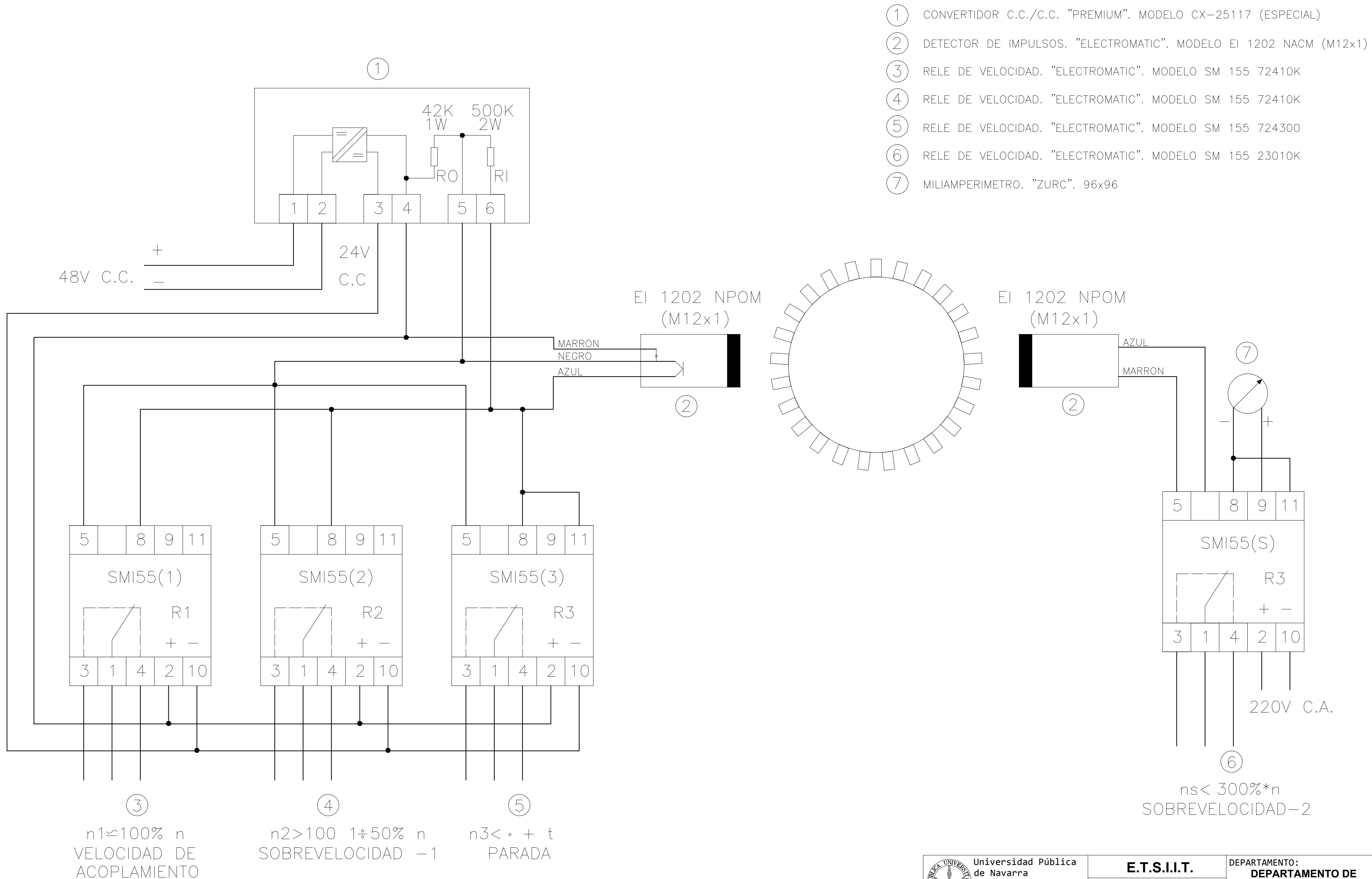
SECCION -19-




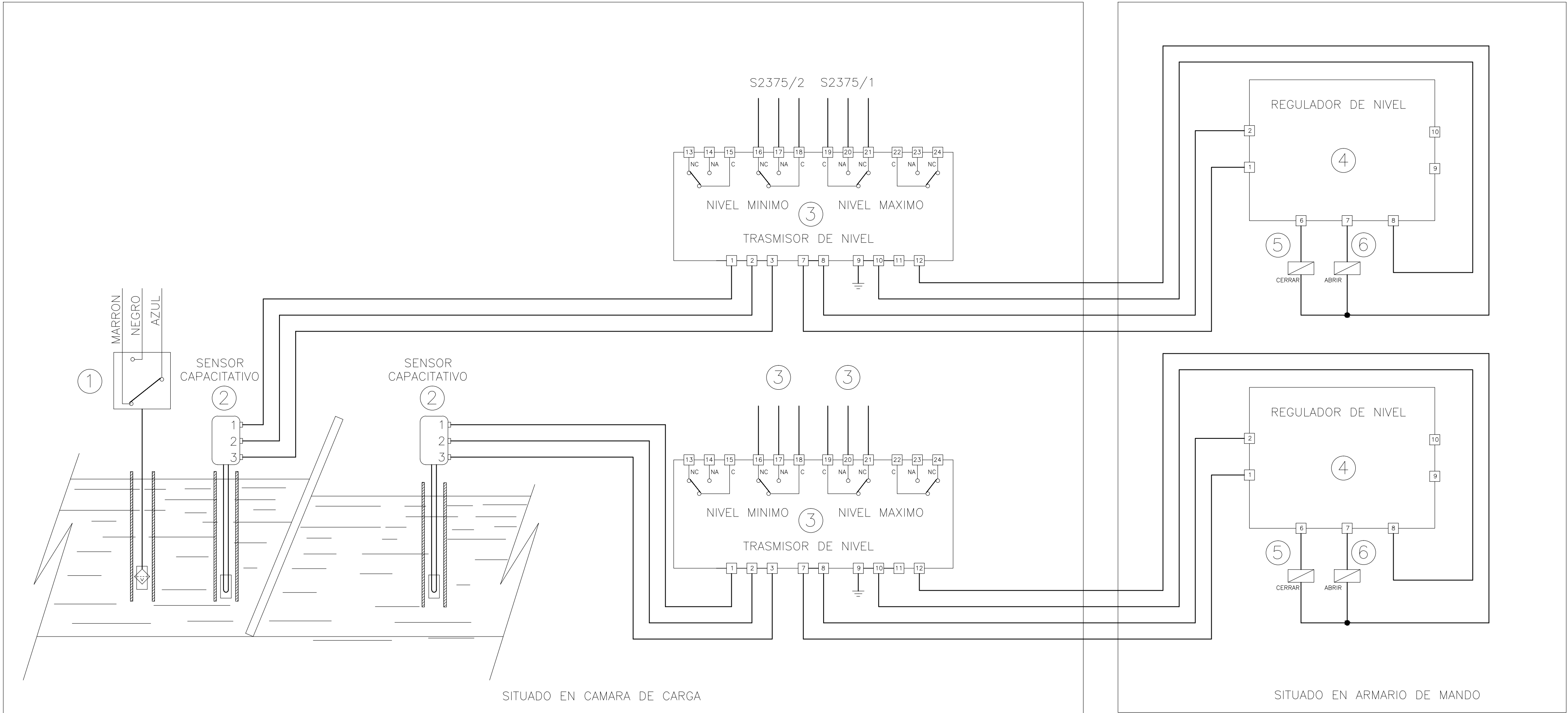
SECCION -19-

SECCION	SECCION m <sup>2</sup>	VELOCIDAD m/seg
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		



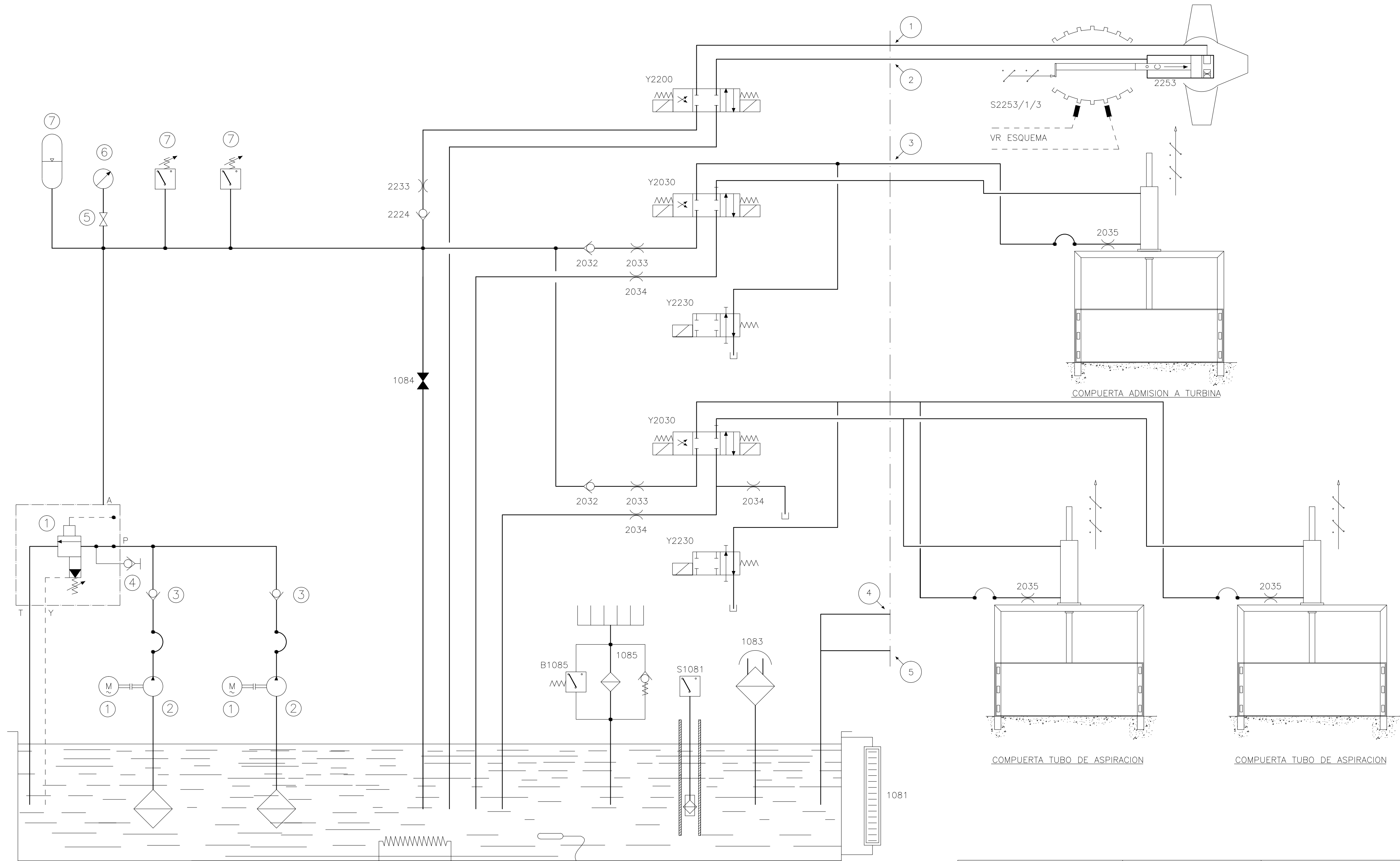


	Universidad Pública de Navarra	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	<b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>		
	<i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	<b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>			
<b>PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELECTRICA DE LACUNZA EN EL RIO ARAQUIL (NAVARRA)</b>			<b>REALIZADO: LIZARRAGA, XABIER</b>		
			<b>FIRMA:</b>		
<b>PLANO: SISTEMA TRASMISION GIRO TURBINA</b>			<b>FECHA:</b> <b>19-07-12</b>	<b>ESCALA:</b> <b>S/E</b>	<b>Nº PLANO</b> <b>7</b>




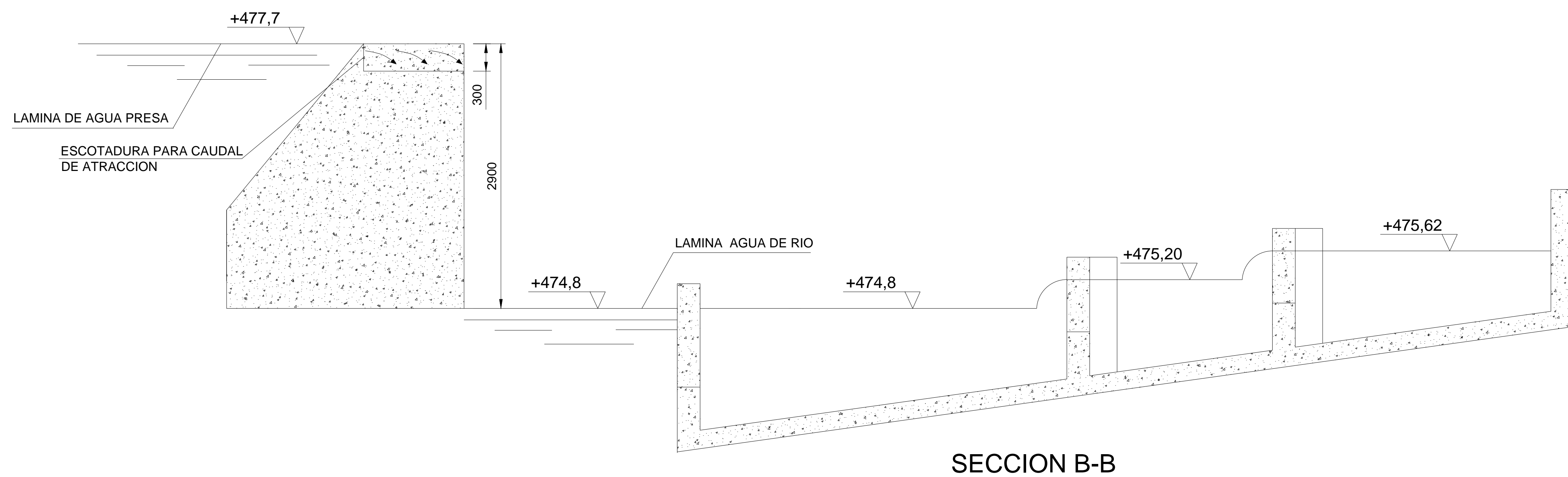
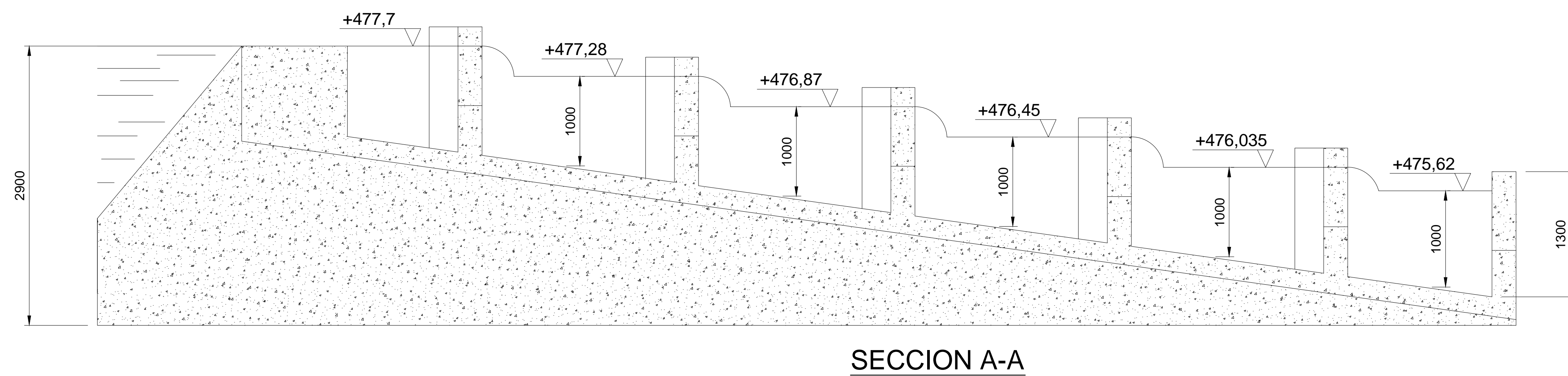
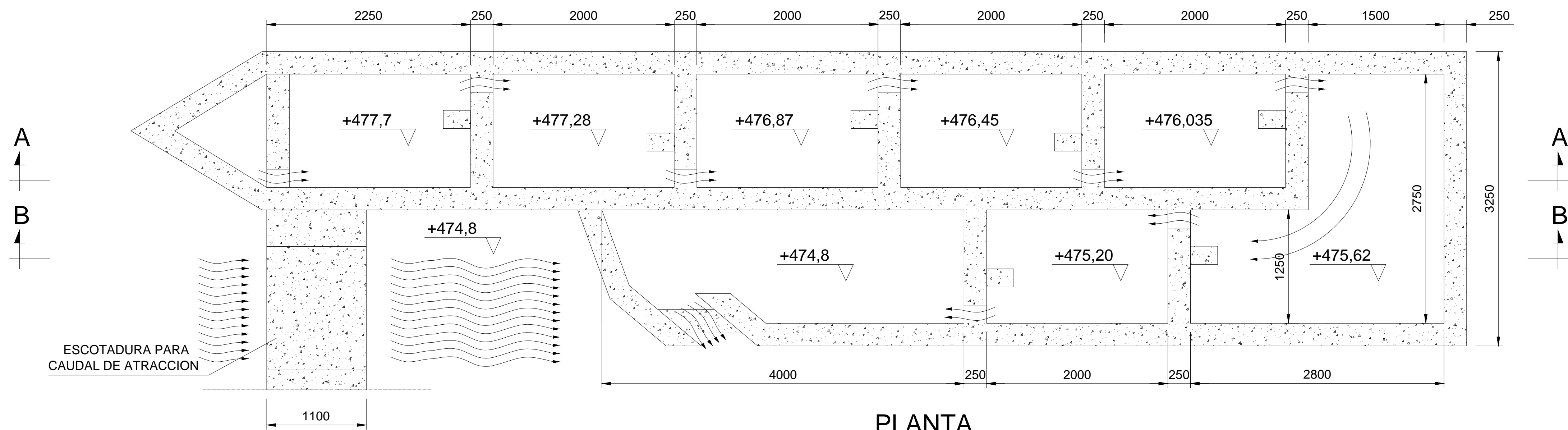
- ① DETECTOR DE NIVEL DE BOYA. "FLYGT" MODELO ENH-10
- ② ELECTRODO CAPACITATIVO DE NIVEL. "KENT" SERIE 80 TELSTOR. MODELO 80LS/D30A00B0
- ③ TRASMISOR DE NIVEL. "KENT" SERIE 80 TELSTOR. MODELO 80LC/1.7.3.0
- ④ REGULADOR DE NIVEL. "PHILIPS" WITROMAT. MODELO 9404 420 61031
- ⑤ RELE. "RELECO" MOD. C2-A20 00/220V-BASE RELE. "RELECO" MOD. S2S
- ⑥ RELE. "RELECO" MOD. C2-A20 00/220V-BASE RELE. "RELECO" MOD. S2S


	Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>
	PROYECTO: <b>PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELECTRICA DE LACUNZA EN EL RIO ARAQUIL (NAVARRA)</b>		REALIZADO: <b>LIZARRAGA, XABIER</b>
PLANO: <b>SISTEMA DE REGULACION POR NIVEL</b>		FECHA: <b>19-07-12</b>	ESCALA: <b>S/E</b>
		Nº PLANO: <b>8</b>	

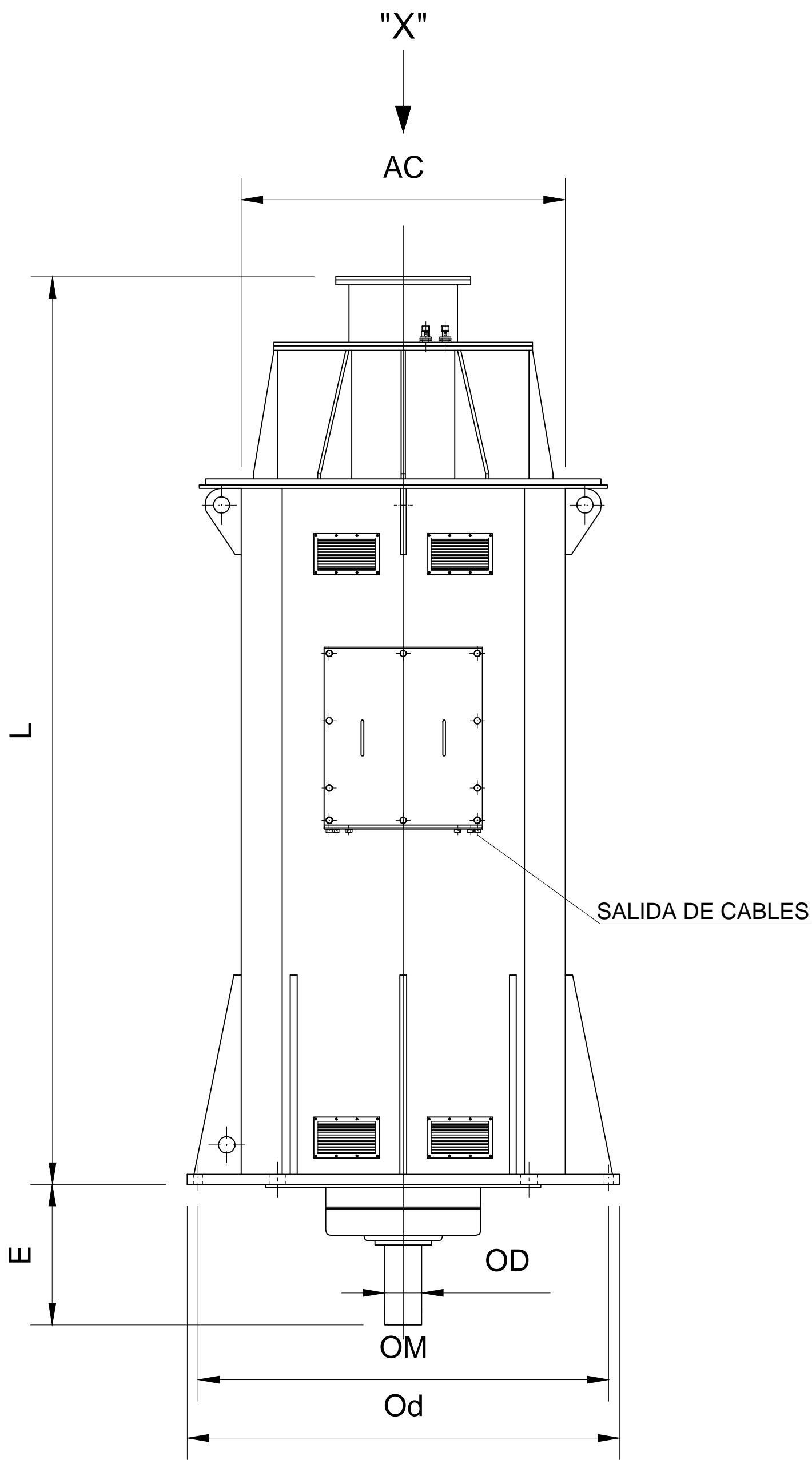


- ① MOTOR ELECTRICO
- ② BOMBA ENGRANAJE
- ③ VALVULA ANTIRETORNO
- ④ TOMA MINIMEX
- ④ TOMA MINIMEX

 <div>Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako</i> <i>Unibertsitate Publikoa</i></div>	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>
	PROYECTO: <b>PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELECTRICA DE LACUNZA EN EL RIO ARAQUIL (NAVARRA)</b>	
PLANO: <b>CENTRAL OLEOHIDRAULICA</b>		REALIZADO: <b>LIZARRAGA, XABIER</b>
FECHA: <b>19-07-12</b>		ESCALA: <b>S/E</b>
Nº PLANO: <b>9</b>		FIRMA:



	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
	PROYECTO: PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELECTRICA DE LACUNZA EN EL RIO ARAQUIL (NAVARRA)	REALIZADO: LIZARRAGA, XABIER		FIRMA:	
PLANO:	ESCALA DE PECES	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	
		19-07-12	1/30	10	

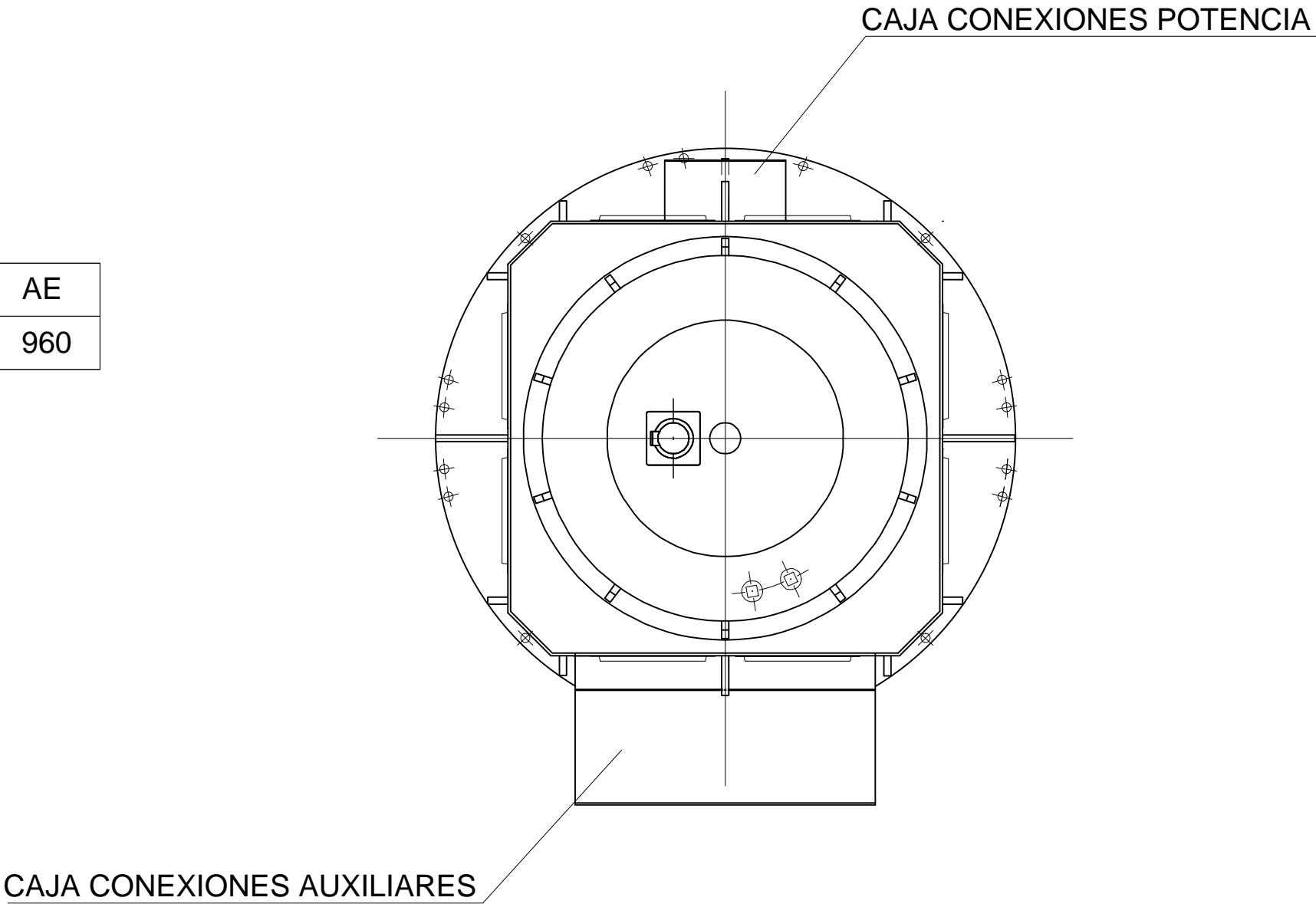


BRIDA	d	BRIDA
	2000	1900


EJE	E	BRIDA
	650	170

DIMENSIONES EXTERNAS	L	AC	AD	AE
	4200	1500	1265	960

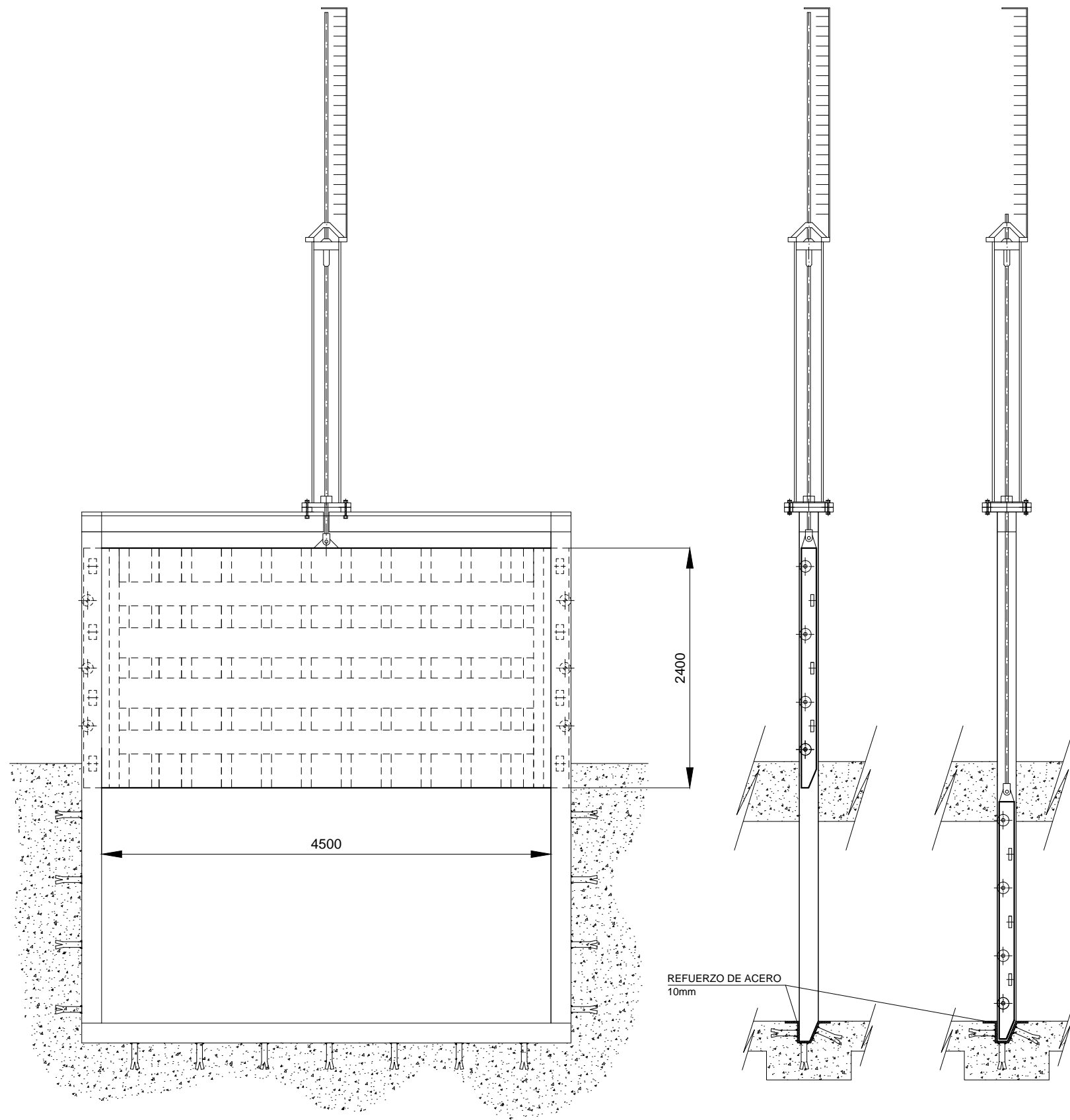
VISTO POR "X"



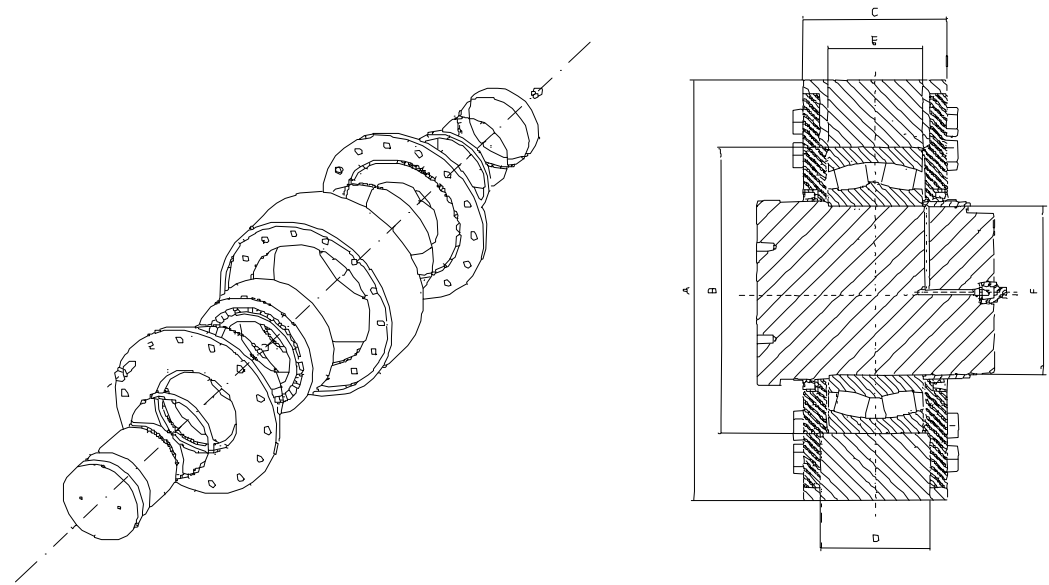
PESO	11500 Kg
INERCIA	1500 Kg x m <sup>2</sup>

 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>		
	<b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>	REALIZADO: <b>LIZARRAGA, XABIER</b>		
PROYECTO: <b>PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELECTRICA DE LACUNZA EN EL RIO ARAQUIL (NAVARRA)</b>		FIRMA:		
PLANO:	<b>GENERADOR 600 KVA INDAR</b>	FECHA: <b>19-07-12</b>	ESCALA: <b>S/E</b>	Nº PLANO: <b>11</b>






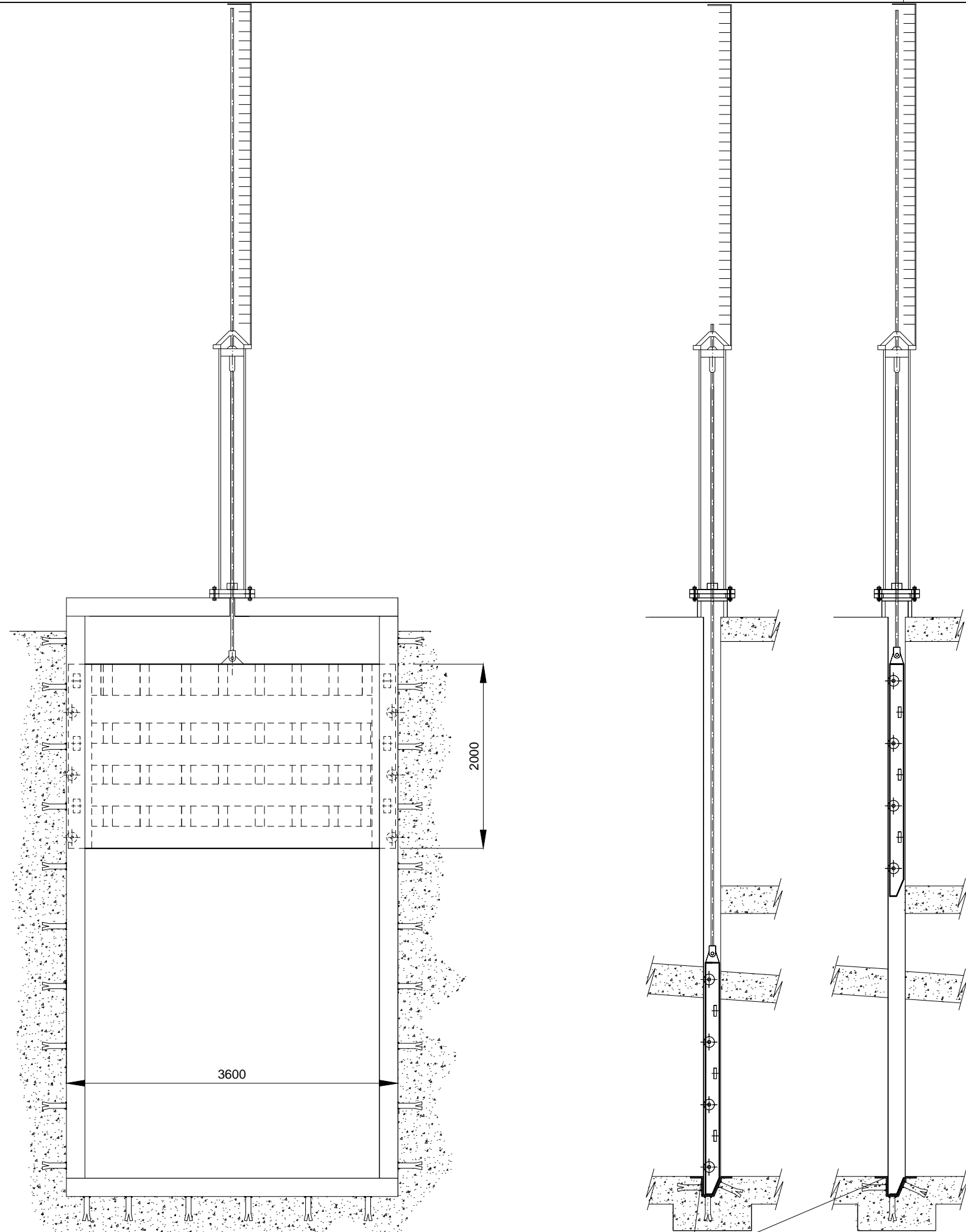
COMPUERTA -A



DETALLE RUEDA  
PARA COMPUERTA VAGON  
TIPO HYDRO

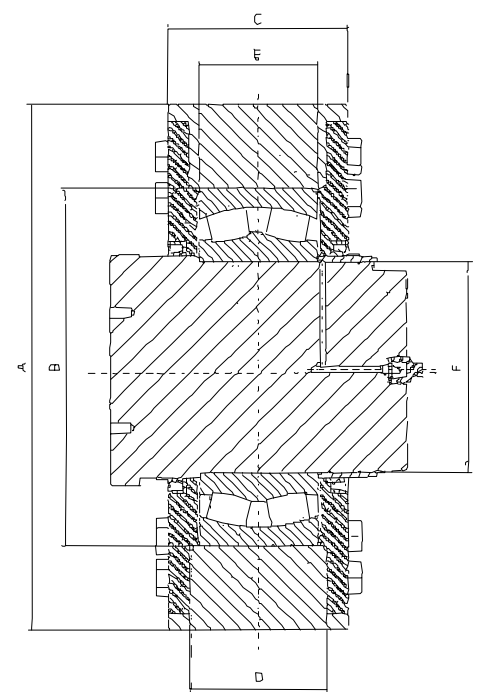
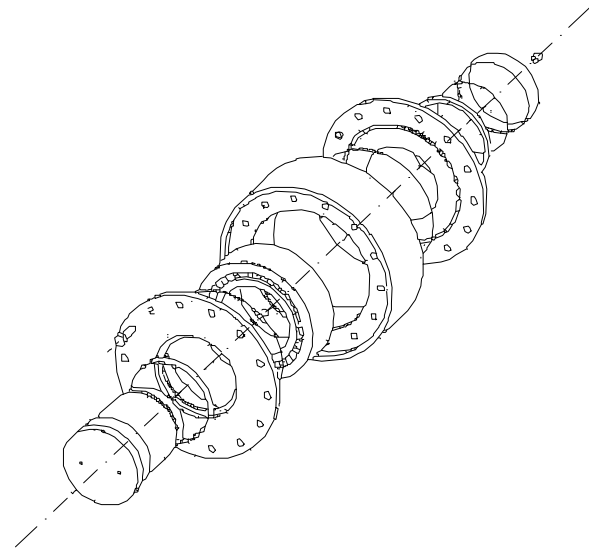
 <div>Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako</i> <i>Unibertsitate Publikoa</i></div>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>		
	<b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>			
<b>PROYECTO:</b>  <b>PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELECTRICA DE LACUNZA EN EL RIO ARAQUIL (NAVARRA)</b>		<b>REALIZADO:</b>  <b>LIZARRAGA, XABIER</b>		
		<b>FIRMA:</b>		
<b>PLANO:</b>  <b>DETALLE COMPUERTA -A-</b>		<b>FECHA:</b> <b>19-07-12</b>	<b>ESCALA:</b> <b>1/50</b>	<b>Nº PLANO:</b> <b>12</b>






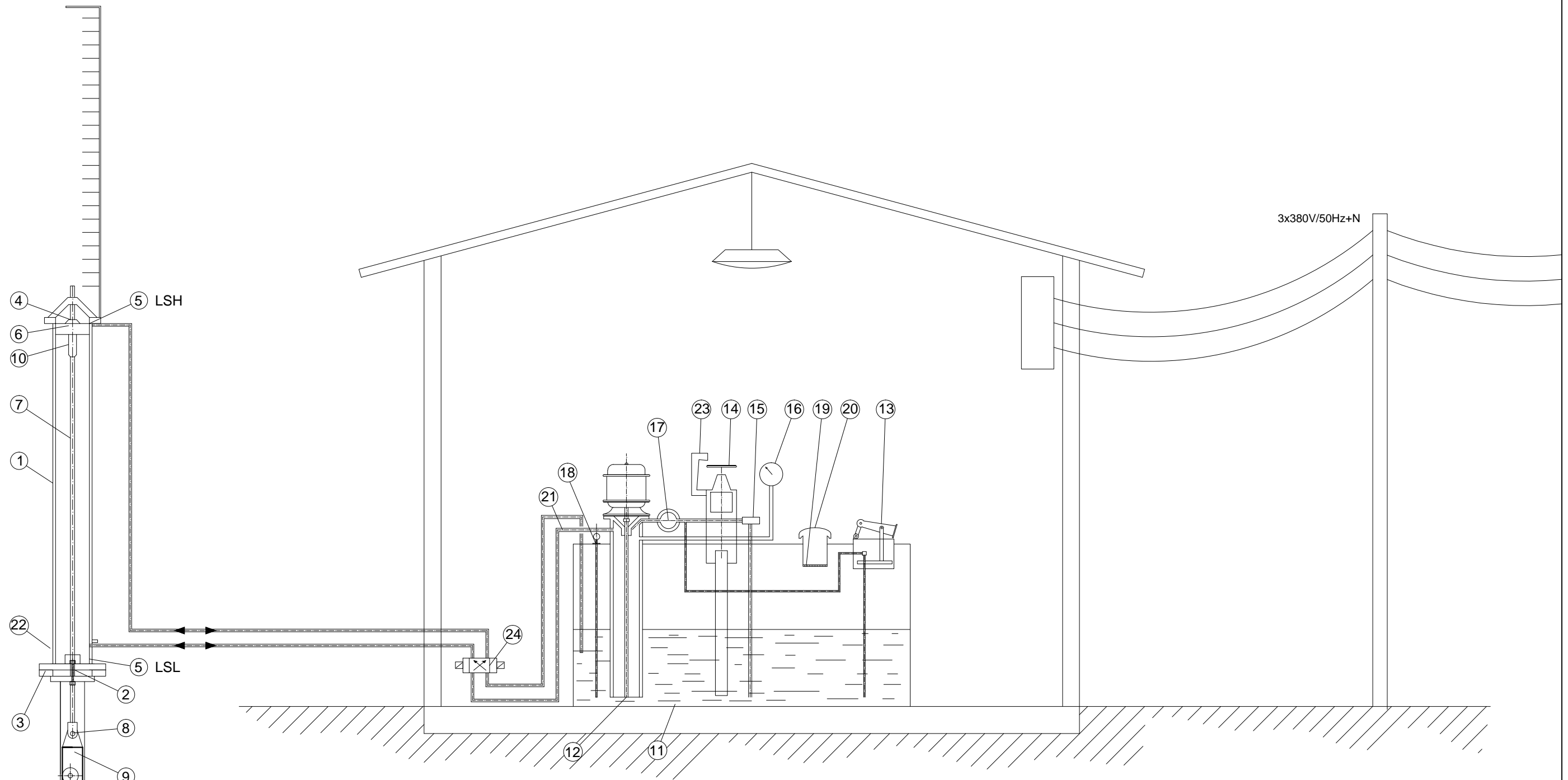
COMPUERTA -B

REFUERZO DE ACERO  
10mm




DETALLE RUEDA  
PARA COMPUERTA VAGON  
TIPO HYDRO

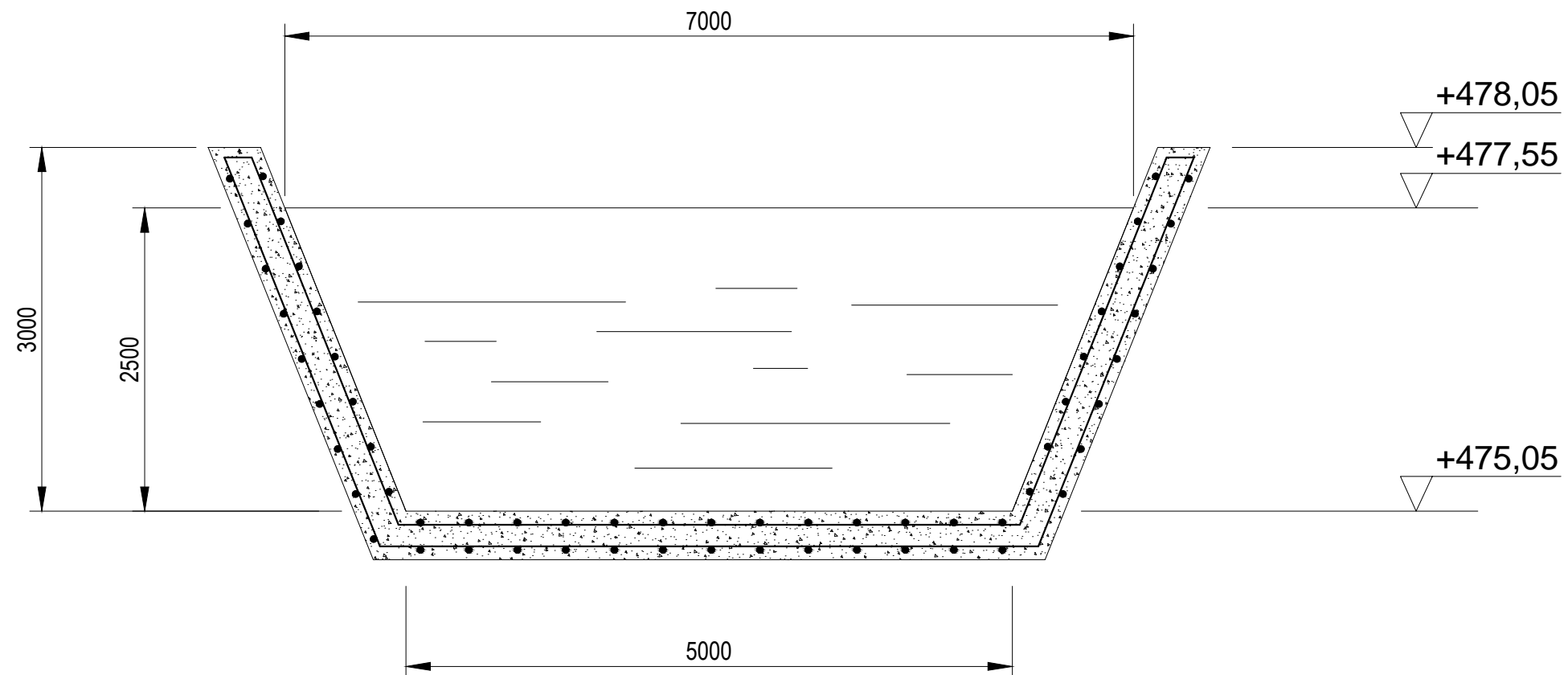
 <div>Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i></div>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>		
	<b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>			
PROYECTO: <b>PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELECTRICA DE LACUNZA EN EL RIO ARAQUIL (NAVARRA)</b>		REALIZADO: <b>LIZARRAGA, XABIER</b>		
		FIRMA:		
PLANO: <b>COMPUERTA-B-</b>		FECHA: <b>19-07-12</b>	ESCALA: <b>1/50</b>	Nº PLANO: <b>13</b>



### MECANISMO OLEOHIDRAULICO

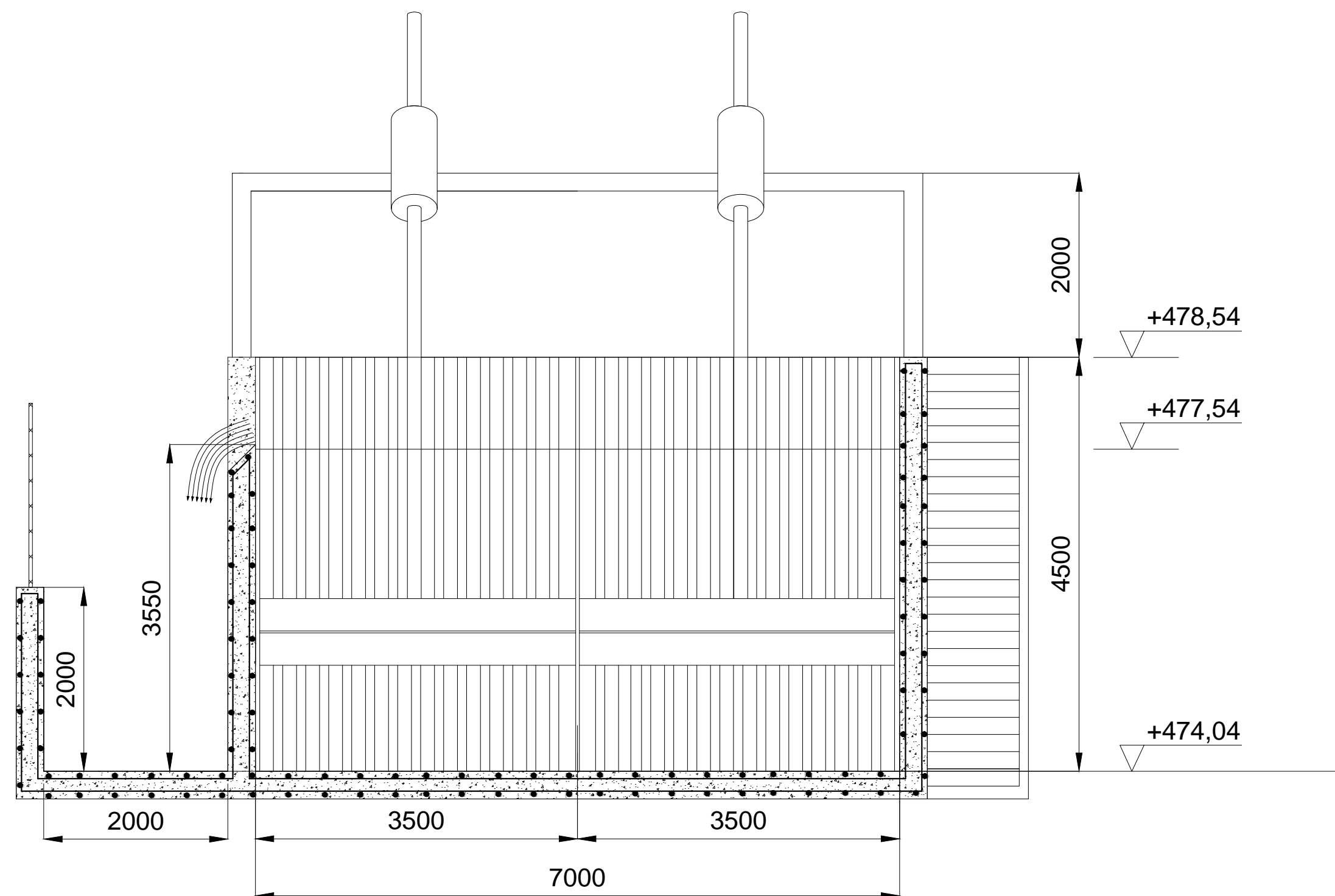
- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| ① CILINDRO DE ACERO              | ⑫ BOMBA MATRIZ  |
| ② SOPORTES DEL CILINDRO DE ACERO | ⑬ BOMBA MANUAL  |
| ③ CABEZA DEL CILINDRO DE ACERO   | ⑭ VALVULA DE MANDO MANUAL                             |
| ④ TAPA DEL CILINDRO DE ACERO     | ⑮ VALVULA DE SEGURIDAD                                |
| ⑤ INTERRUPTOR DE FIN DE CARRERA  | ⑯ MANOMETRO   |
| ⑥ EMBOLO                         | ⑰ VALVULA DE RETENCION                                |
| ⑦ VASTAGO DEL EMBOLO             | ⑱ VARILLA PARA MEDIR EL NIVEL DE ACEITE               |
| ⑧ CABEZA DEL VASTAGO DEL EMBOLO  | ⑲ COLADOR PARA EL LLENADO DE ACEITE                   |
| ⑨ TABLERO DE LA COMPUERTA        | ⑳ CAPERUZA DE AIREACION                               |
| ⑩ CAMISA OBTURADORA DEL EMBOLO   | ㉑ TUBERIA DE LA VALVULA DE MANDO MANUAL AL SERVOMOTOR |
| ⑪ DEPOSITO DE ACEITE             | ㉒ PLAQUITA DE OBTURACION                              |
|                                  | ㉓ INTERRUPTOR DE ENCLAVAMIENTO DEL MOTOR DE LA BOMBA  |
|                                  | ㉔ ELECTROVALVULA                                      |


 <div>Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i></div>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>		
	<b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>	REALIZADO: <b>LIZARRAGA, XABIER</b>		
PROYECTO: <b>PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELECTRICA DE LACUNZA EN EL RIO ARAQUIL (NAVARRA)</b>		FIRMA:		
PLANO:	<b>ESQUEMA HIDRAULICO COMPUERTA INICIO CANAL</b>	FECHA: <b>19-07-12</b>	ESCALA: <b>S/E</b>	Nº PLANO: <b>14</b>

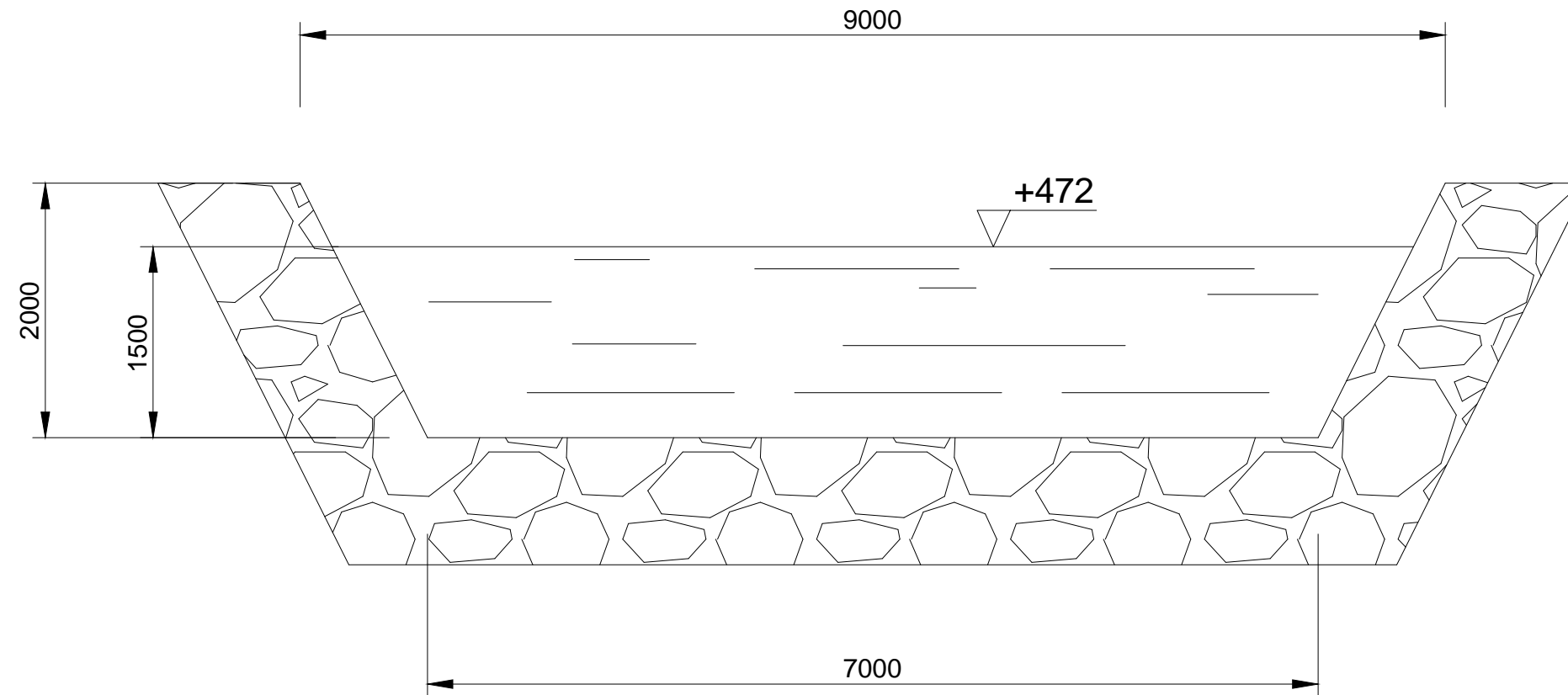


SECCION A-A

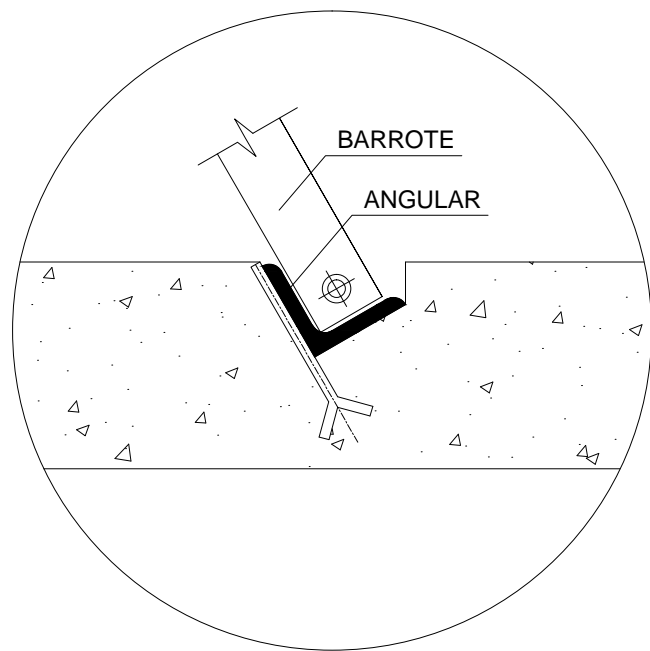
	Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>		
		<b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>			
PROYECTO: <b>PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELECTRICA DE LACUNZA EN EL RIO ARAQUIL (NAVARRA)</b>			REALIZADO: <b>LIZARRAGA, XABIER</b>		
			FIRMA:		
PLANO:	<b>CANAL SECCIONES Y PLANTA</b> (VER PLANO -5-) <b>SECCION A-A</b>		FECHA: <b>19-07-12</b>	ESCALA: <b>1/50</b>	Nº PLANO: <b>15</b>



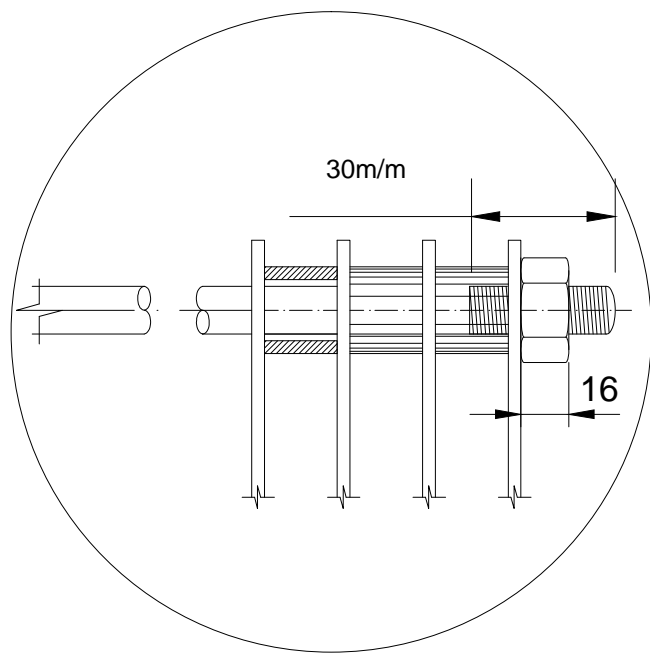
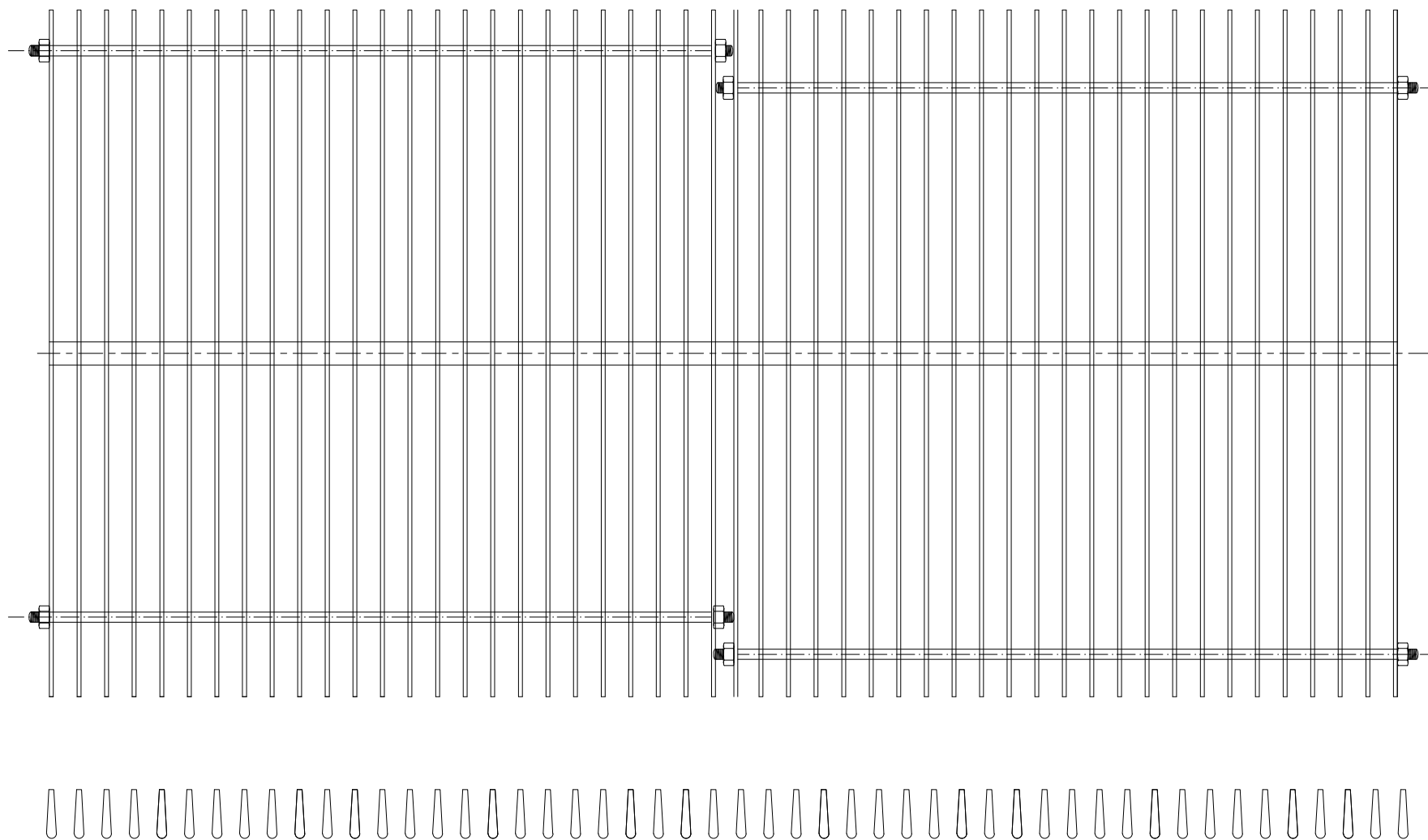
	Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>		DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>		
		<b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>				
PROYECTO:  <b>PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELECTRICA DE LACUNZA EN EL RIO ARAQUIL (NAVARRA)</b>				REALIZADO:  <b>LIZARRAGA, XABIER</b>		
				FIRMA:		
PLANO: <b>CANAL SECCIONES Y PLANTA</b> (VER PLANO -5-) <b>SECCION B-B</b>				FECHA: <b>19-07-12</b>	ESCALA: <b>1/50</b>	Nº PLANO: <b>16</b>



	Universidad Pública de Navarra  <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>		
		<b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>			
<b>PROYECTO:</b>  <b>PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELECTRICA DE LACUNZA EN EL RIO ARAQUIL (NAVARRA)</b>			<b>REALIZADO:</b>  <b>LIZARRAGA, XABIER</b>		
			<b>FIRMA:</b>		
<b>PLANO:           CANAL SECCIONES Y PLANTA</b> <b>(VER PLANO -5-)</b> <b>SECCION C-C (CANAL DE RESTITUCION)</b>			<b>FECHA:</b> <b>19-07-12</b>	<b>ESCALA:</b> <b>1/50</b>	<b>Nº PLANO:</b> <b>17</b>




APOYO DE LA REJILLA EN LA PARTE INFERIOR



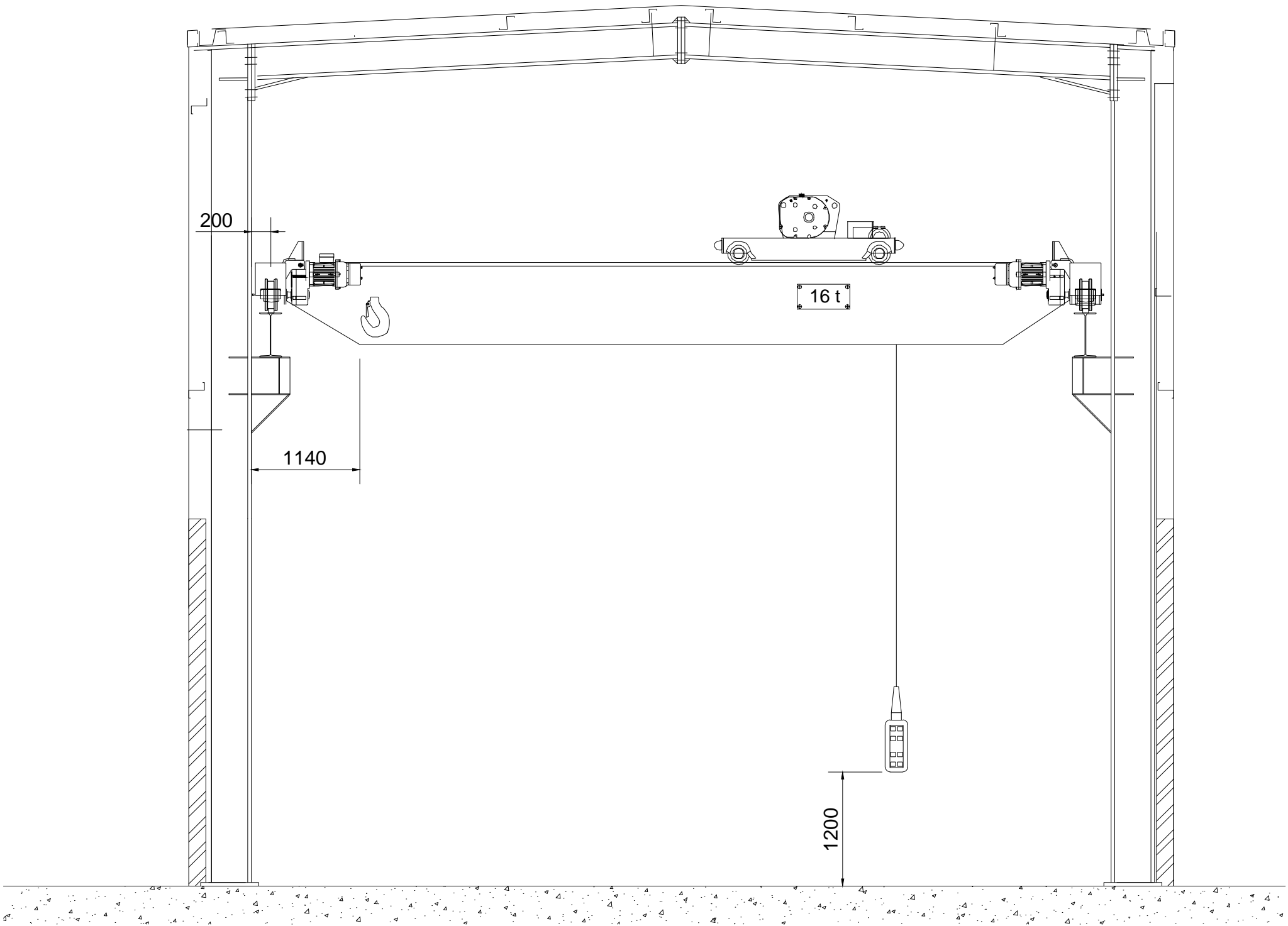
PAQUETE DE BARROTES QUE FORMAN LA REJILLA

TRAVIESA DE APOYO DE LA REJA



 <div>Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i></div>	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>		
	PROYECTO: <b>PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELECTRICA DE LACUNZA EN EL RIO ARAQUIL (NAVARRA)</b>		REALIZADO: <b>LIZARRAGA, XABIER</b>	
PLANO: <b>DETALLE REJA AUTOLIMPIABLE</b>		FECHA: <b>19-07-12</b>	ESCALA: <b>S/E</b>	Nº PLANO: <b>18</b>
		FIRMA:		





DATOS TECNICOS.

Tipo: Grua puente Birrail, Mod. DX160H1041

Capacidad de elevacion: 16000 Kg

Luz entre ejes: 9.6 m

Recorrido de gancho: 9.6 m

Velocidad de elevacion: 4/1,33 m/min

Motor de elevacion: 11,3/3,75 Kw

Velocidad de traslacion del carro: 0:20 m/min

Motor de traslacion del carro: 1,1 Kw

Nº de motores: 1

Velocidad de traslacion del puente: 0:20 m/min

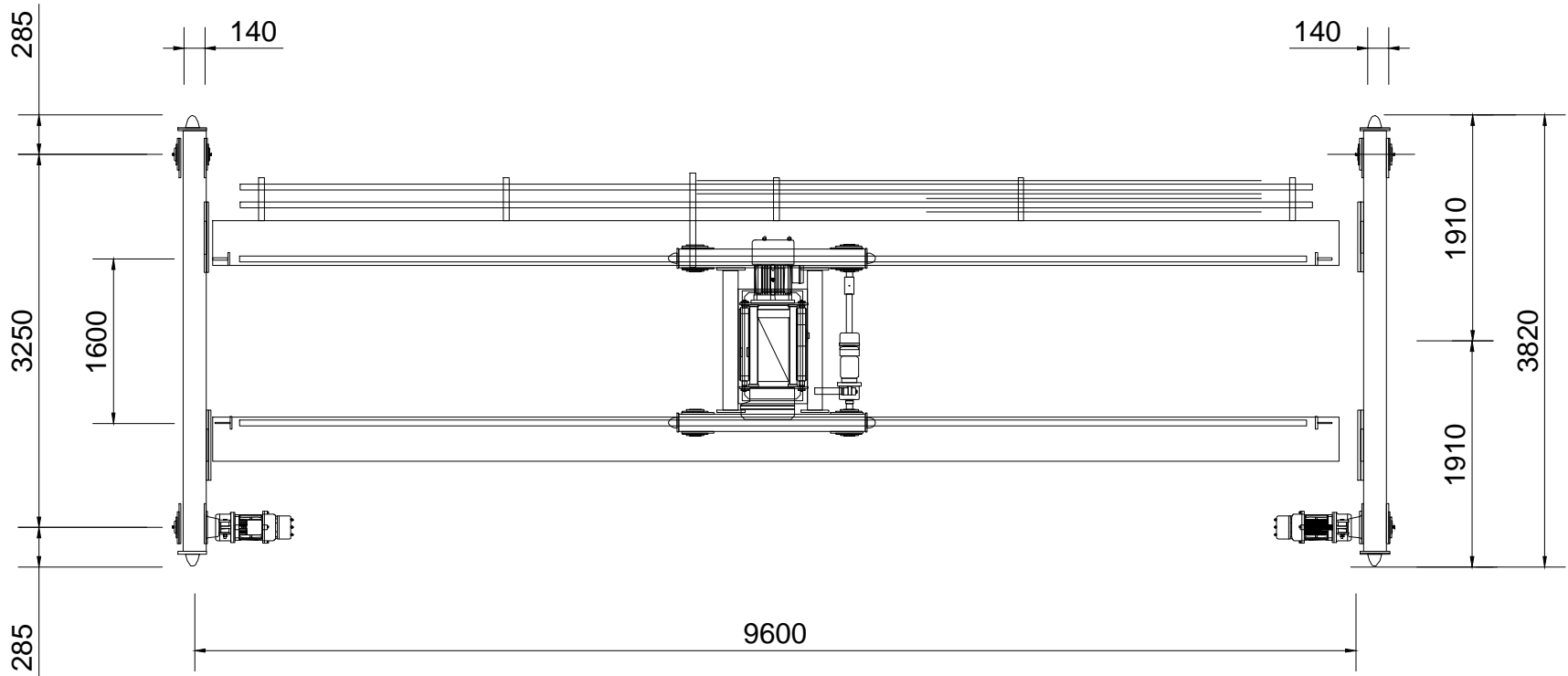
Motor de traslacion del puente: 0,8 Kw


Nº de motores: 2

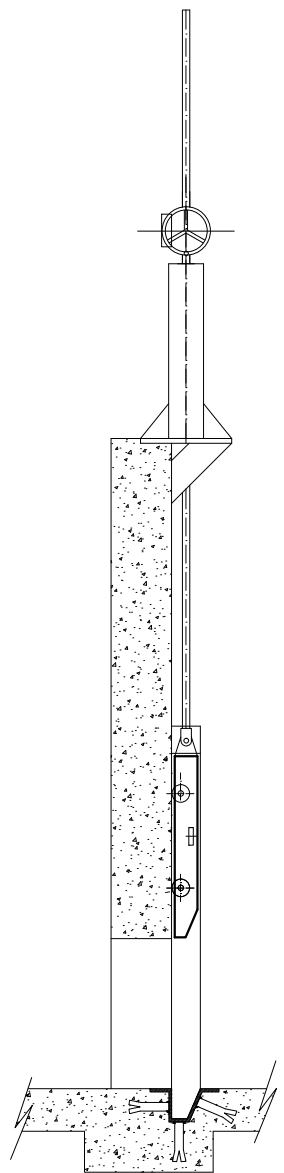
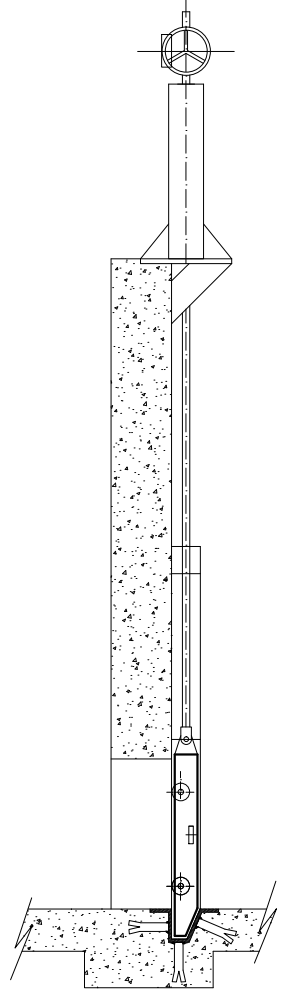
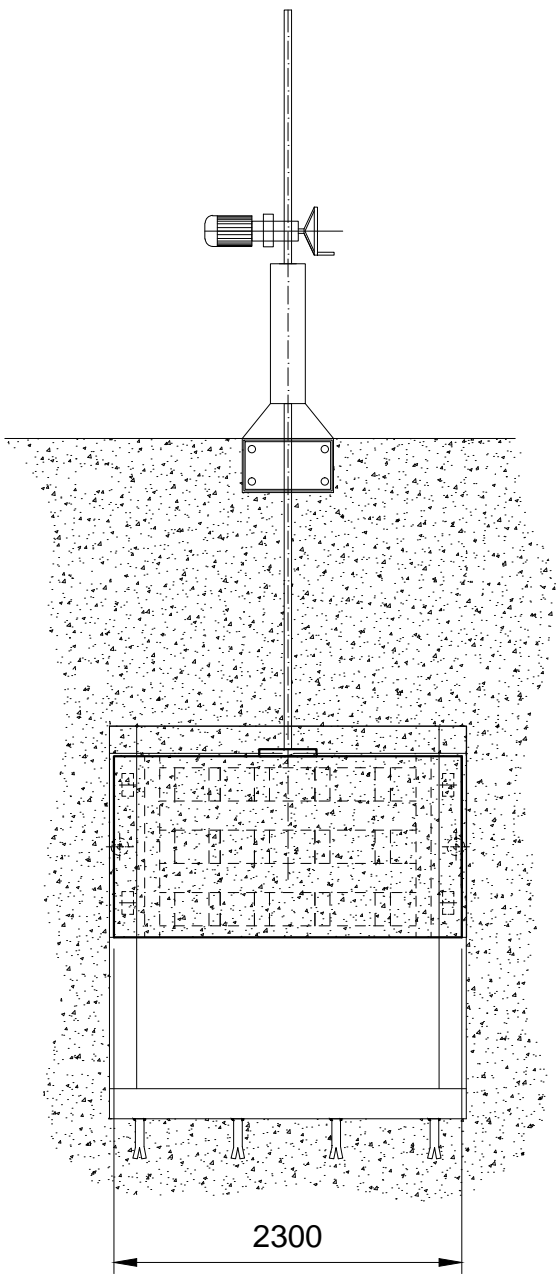
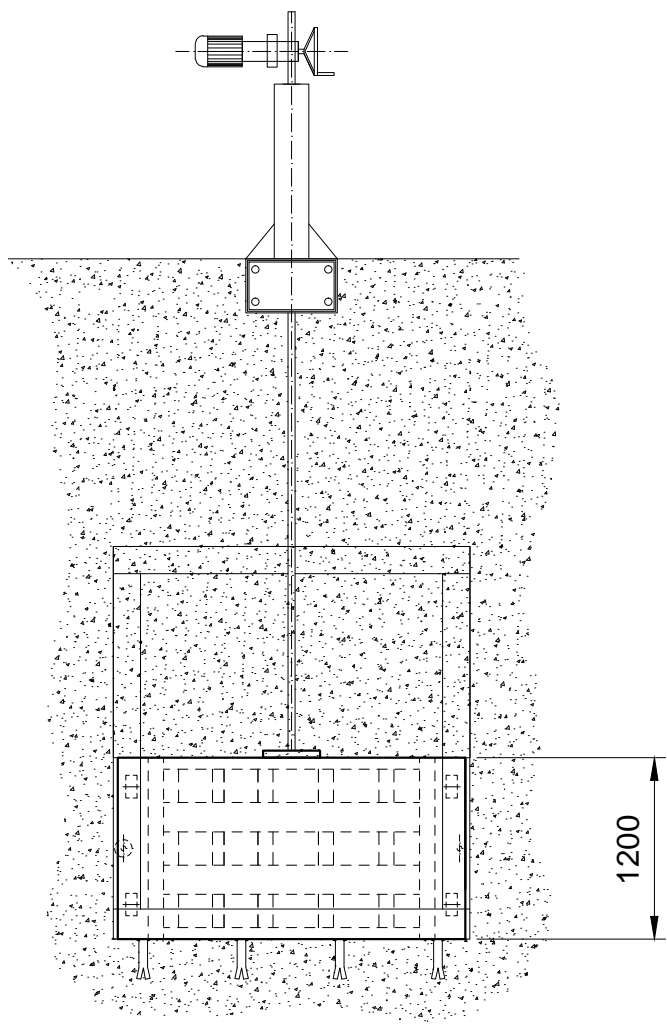
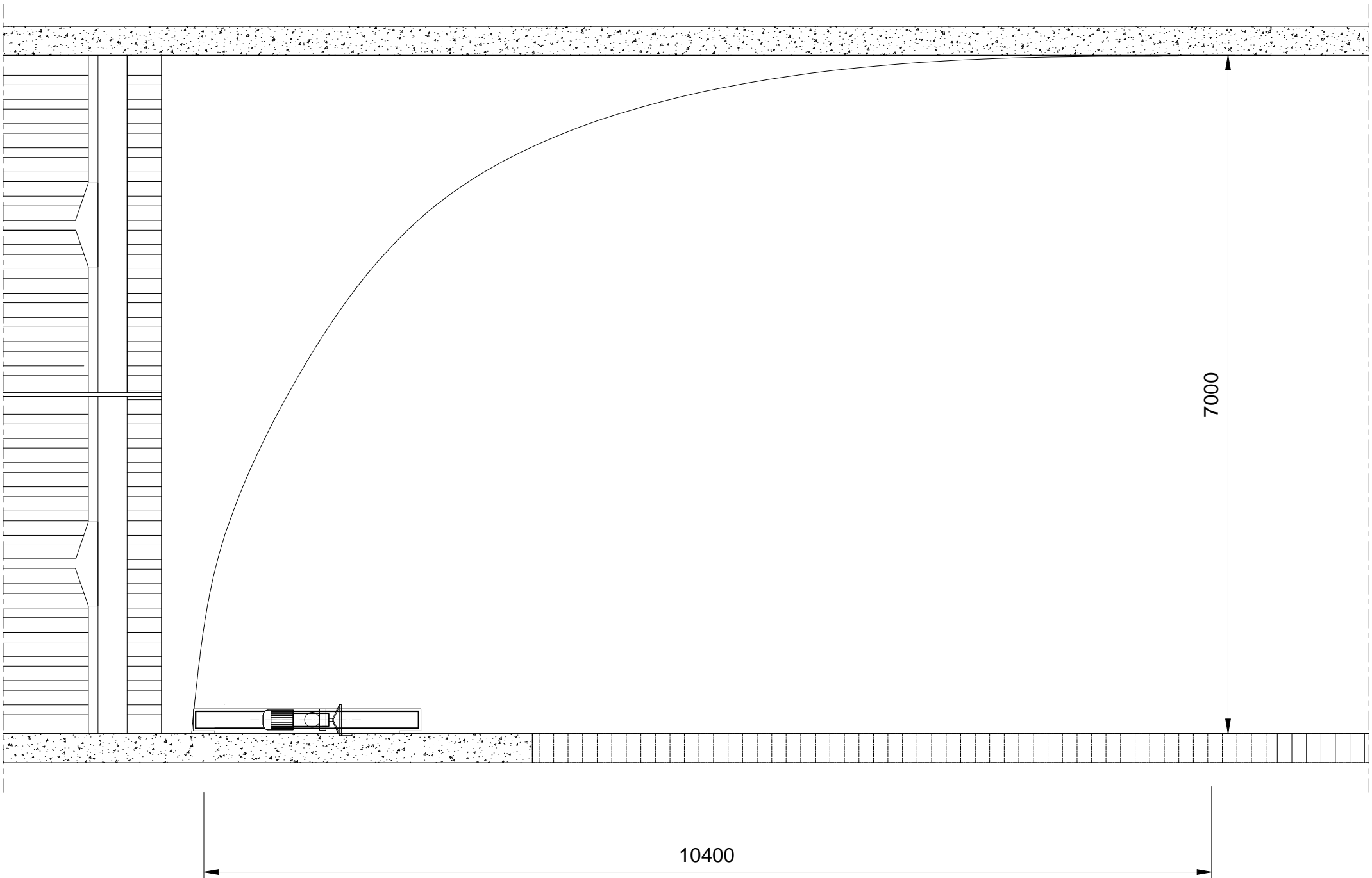
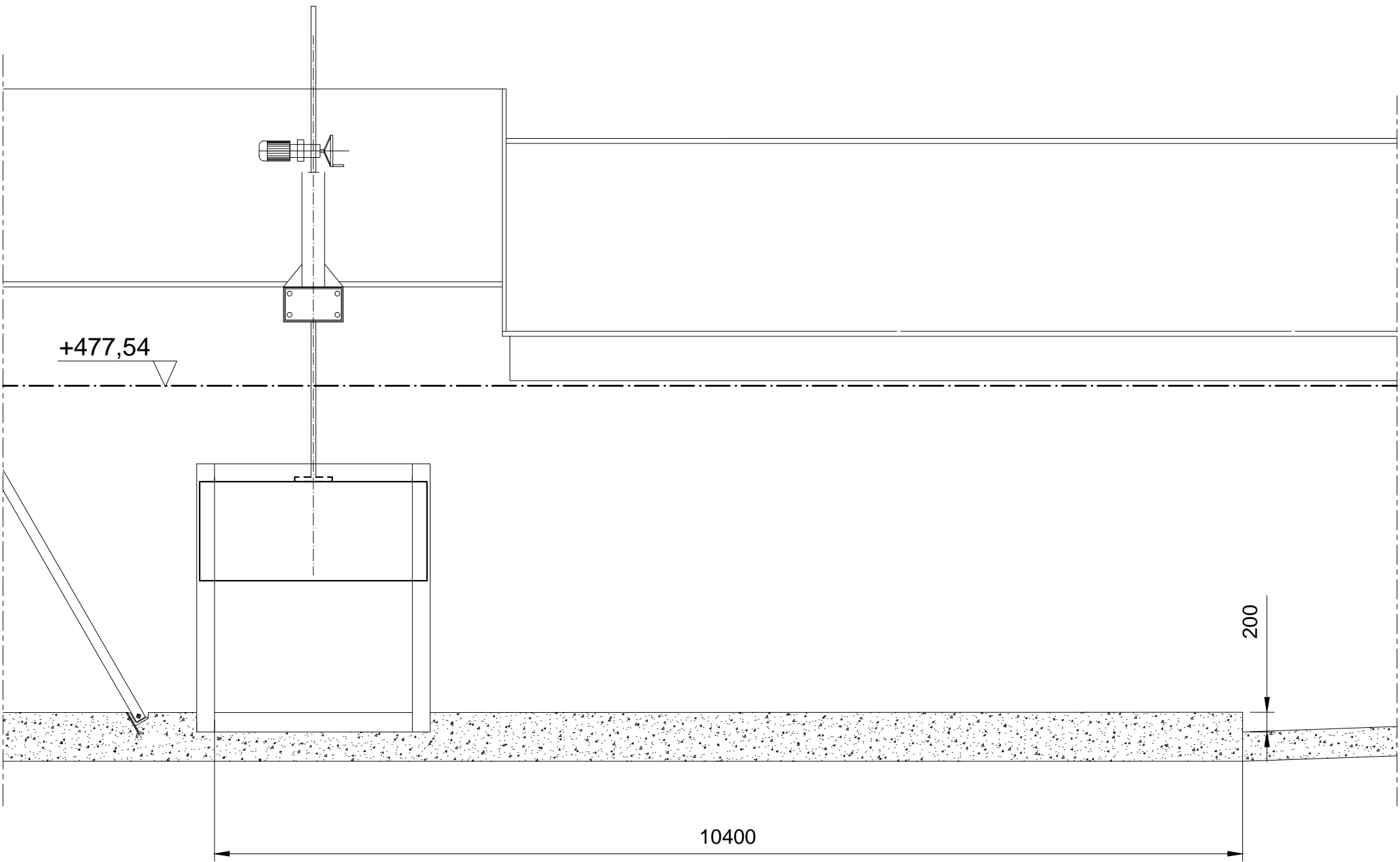
Reaccion maxima por rueda (Kg): 8560 Kg


Reaccion minima por rueda: 1665 Kg

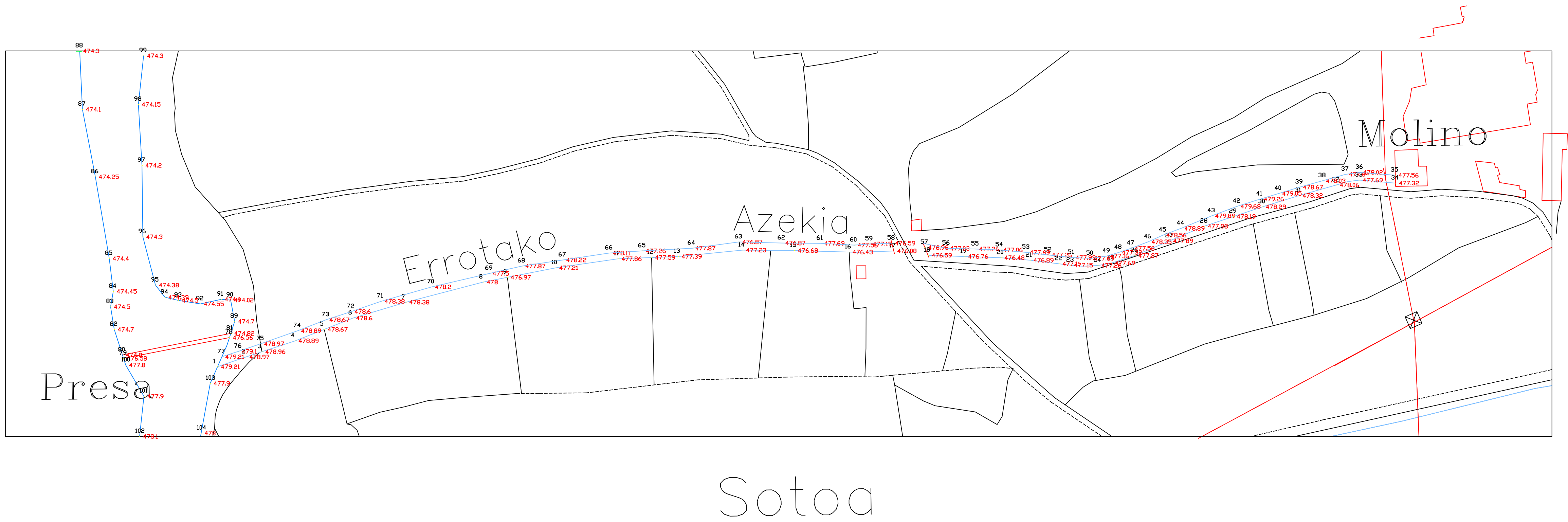
Peso total de la grua: 4450 Kg




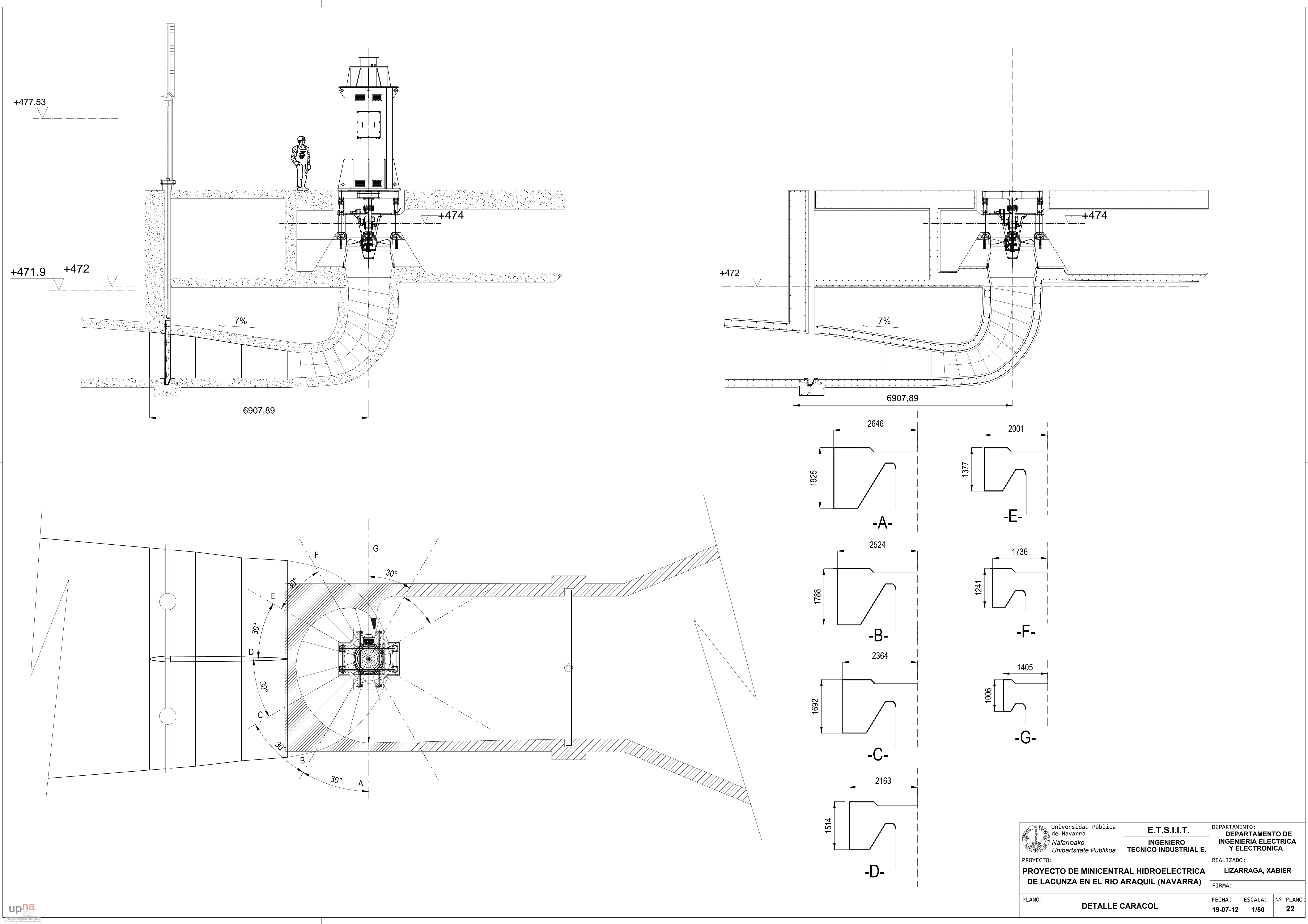
	Universidad Pública de Navarra	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>		
	<i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	<b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>	REALIZADO: <b>LIZARRAGA, XABIER</b>		
PROYECTO: <b>PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELECTRICA DE LACUNZA EN EL RIO ARAQUIL (NAVARRA)</b>			FIRMA:		
PLANO: <b>DETALLE PUENTE GRUA</b>			FECHA: <b>19-07-12</b>	ESCALA: <b>1/50</b>	Nº PLANO: <b>19</b>



	Universidad Pública de Navarra	<b>E.T.S.I.I.T.</b>		DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>		
	<i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	<b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>				
<b>PROYECTO:</b>  <b>PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELECTRICA DE LACUNZA EN EL RIO ARAQUIL (NAVARRA)</b>				<b>REALIZADO:</b>  <b>LIZARRAGA, XABIER</b>		
				<b>FIRMA:</b>		
<b>PLANO:</b>  <b>DETALLE COMPUERTA DE LIMPIEZA</b>				<b>FECHA:</b> <b>19-07-12</b>	<b>ESCALA:</b> <b>1/50</b>	<b>Nº PLANO:</b> <b>20</b>



 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: LIZARRAGA, XABIER		
PROYECTO: PROYECTO DE MINICENTRAL HIDROELECTRICA DE LACUNZA EN EL RIO ARAQUIL (NAVARRA)		FIRMA:		
PLANO:	PLANO TOPOGRAFICO	FECHA: 19-07-12	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 21







# UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Descripción 1 :

PROYECTO FIN DE CARRERA:  
CENTRAL HIDRÁULICA  
DE LAKUNTZA

Descripción 2 :

ESQUEMA ELÉCTRICO MEDIA TENSIÓN, MEDIDA  
Y PROTECCIÓN

Autor :

XABIER LIZARRAGA

Elaborado el:

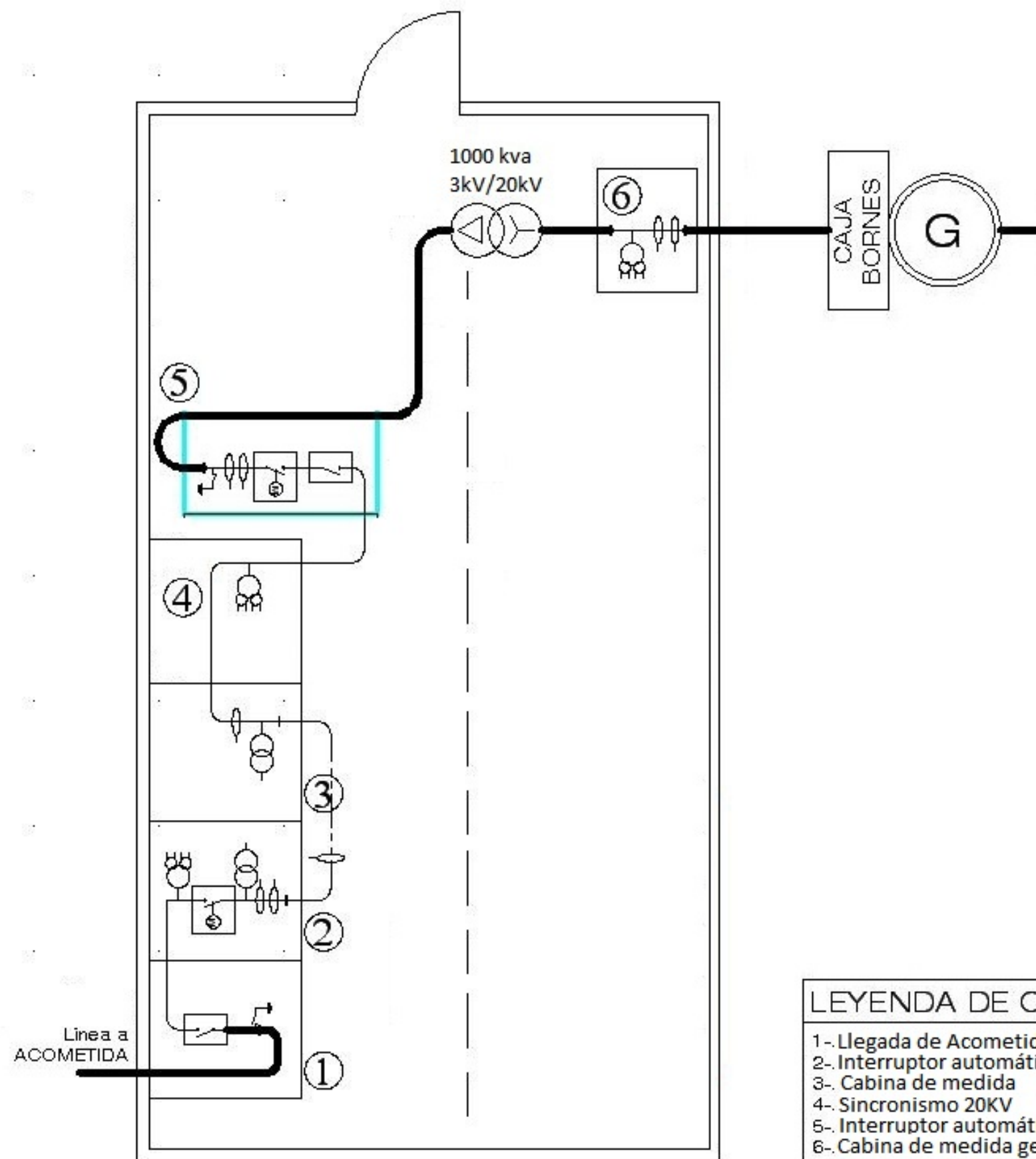
10.07.12

por (abrev.):

XAB

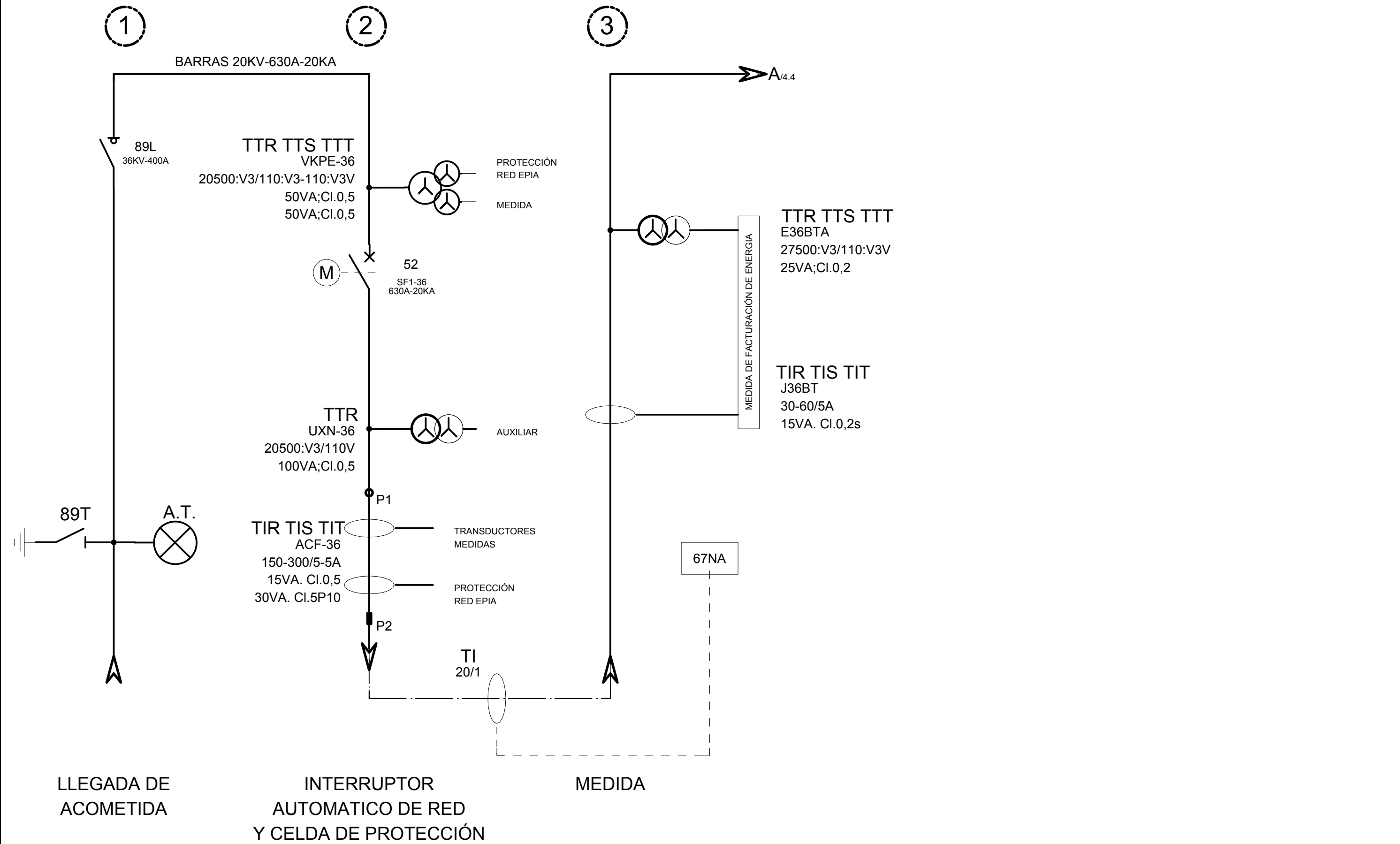
Hasta Página:

16

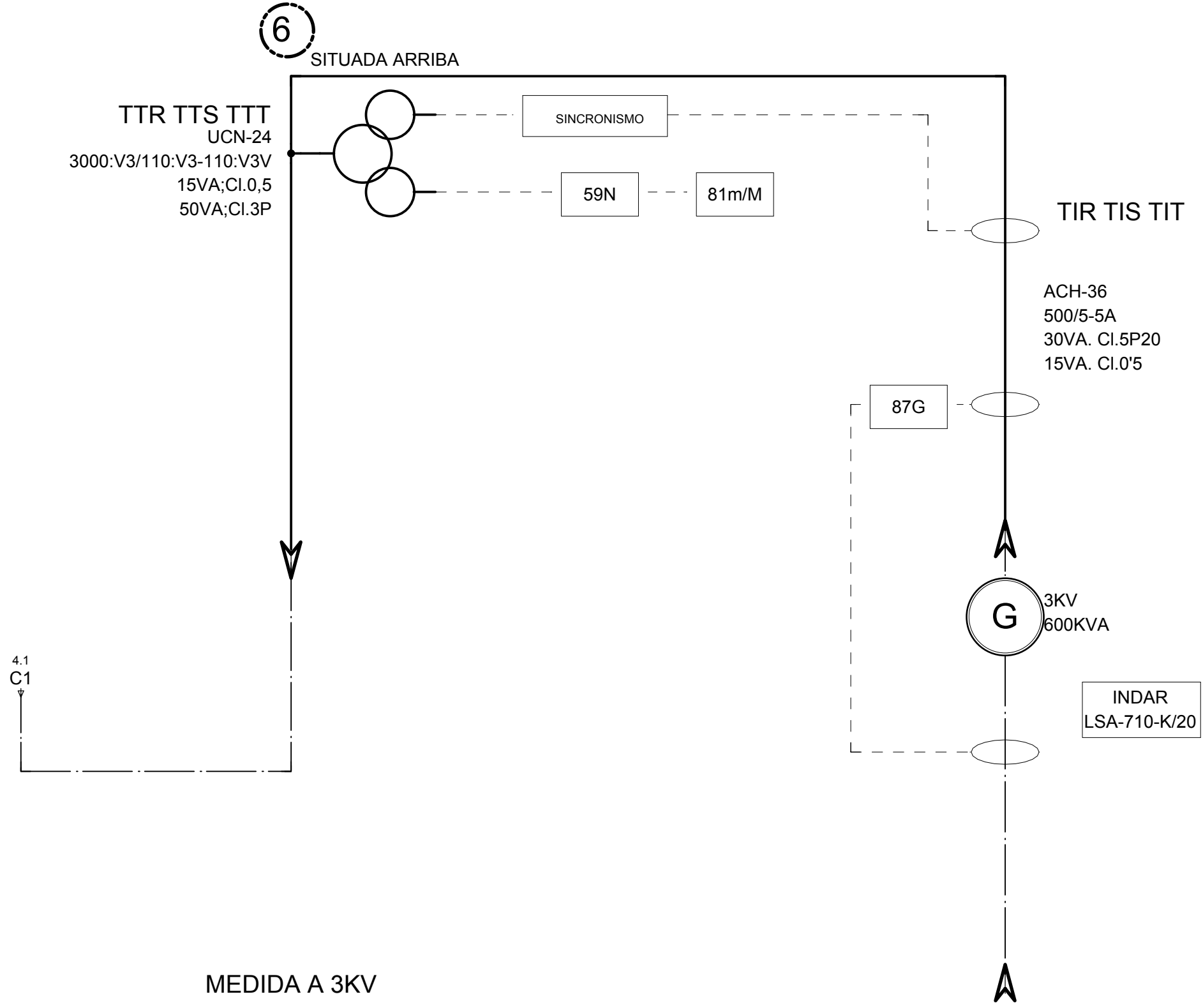


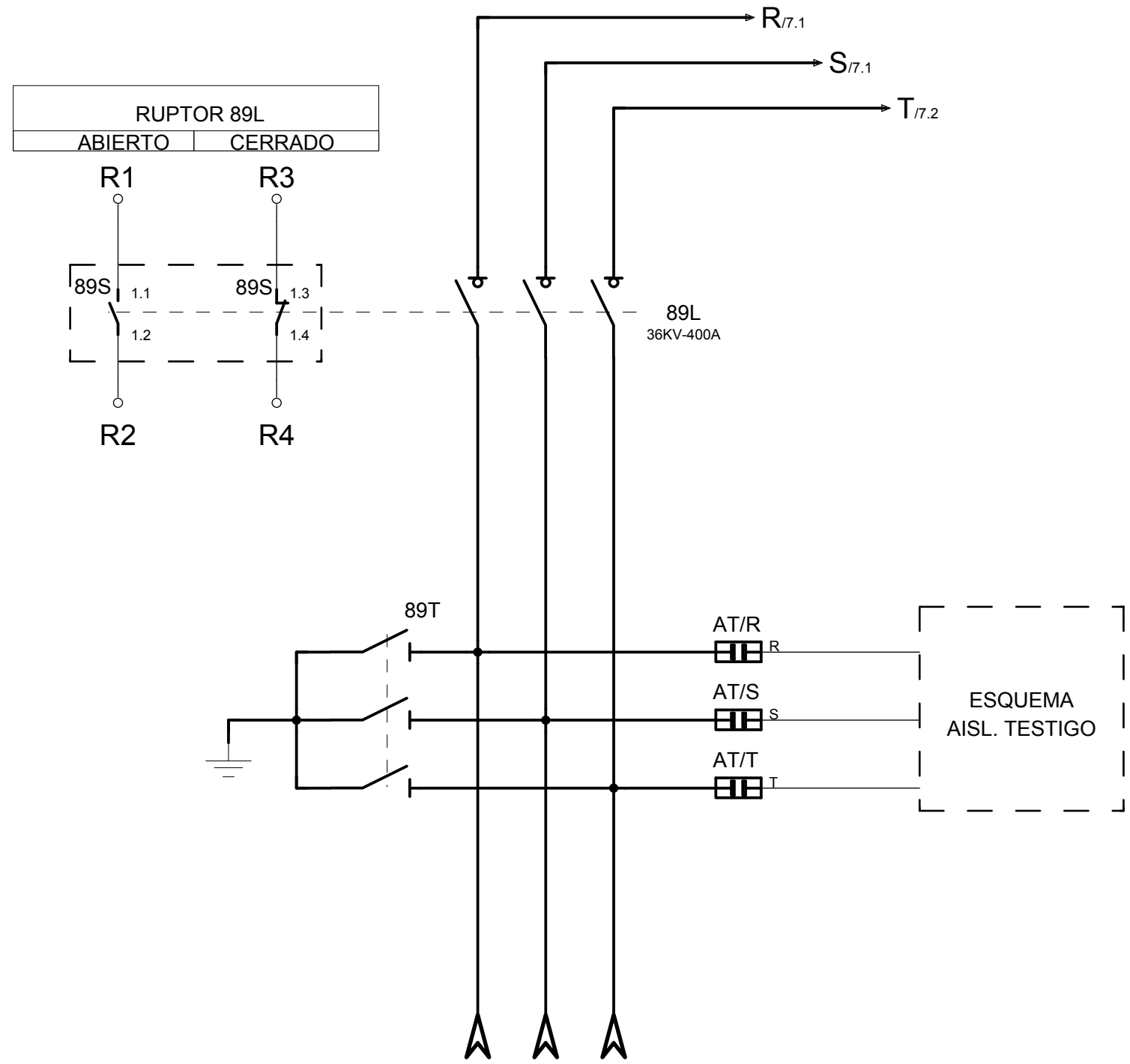
LEYENDA DE CABINAS	
1-	Llegada de Acometida de compañía ERZ
2-	Interrupitor automático de RED (DYP), y cabina de protección
3-	Cabina de medida
4-	Sincronismo 20KV
5-	Interrupitor automático generador 600kva
6-	Cabina de medida generador 600kva





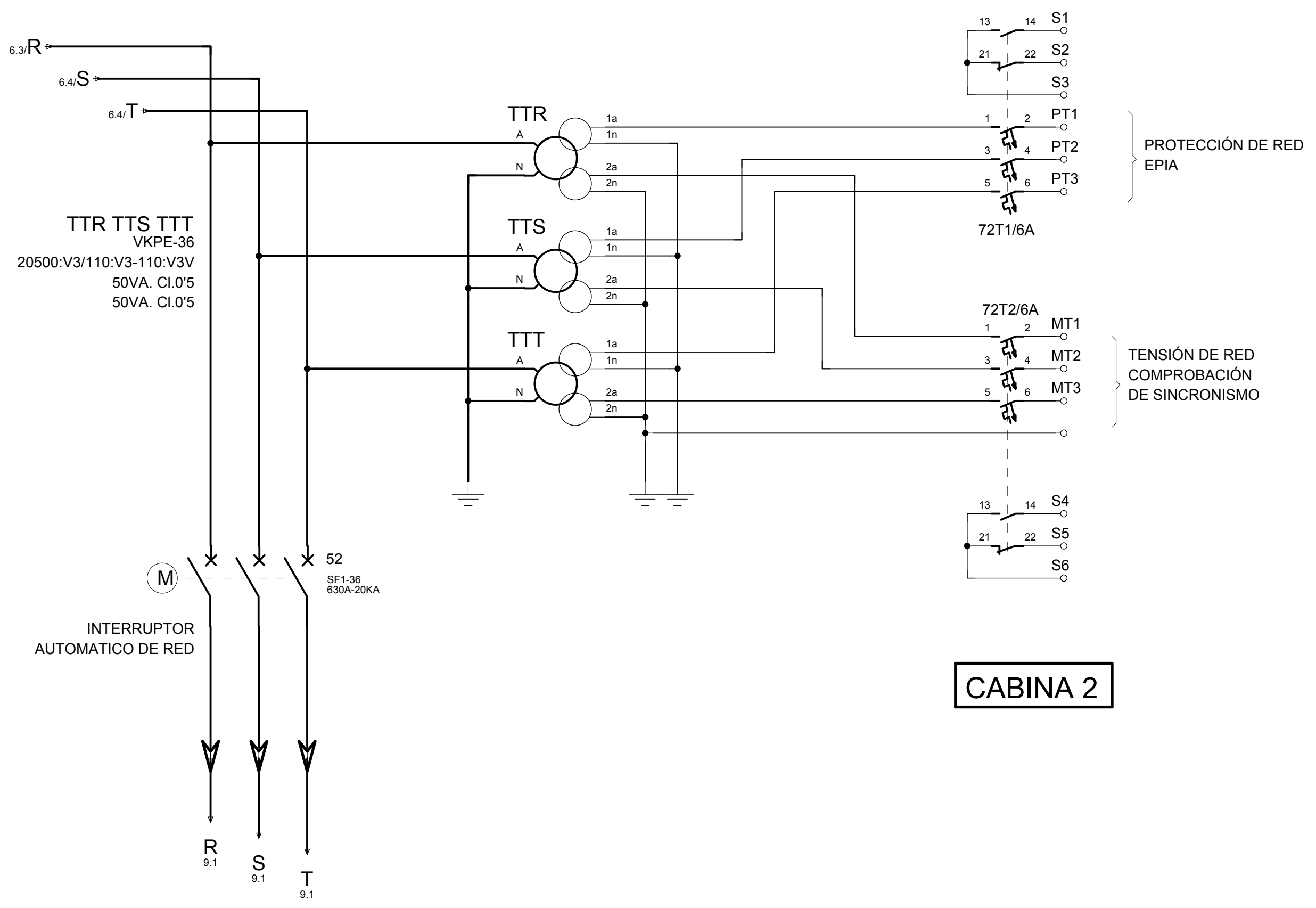


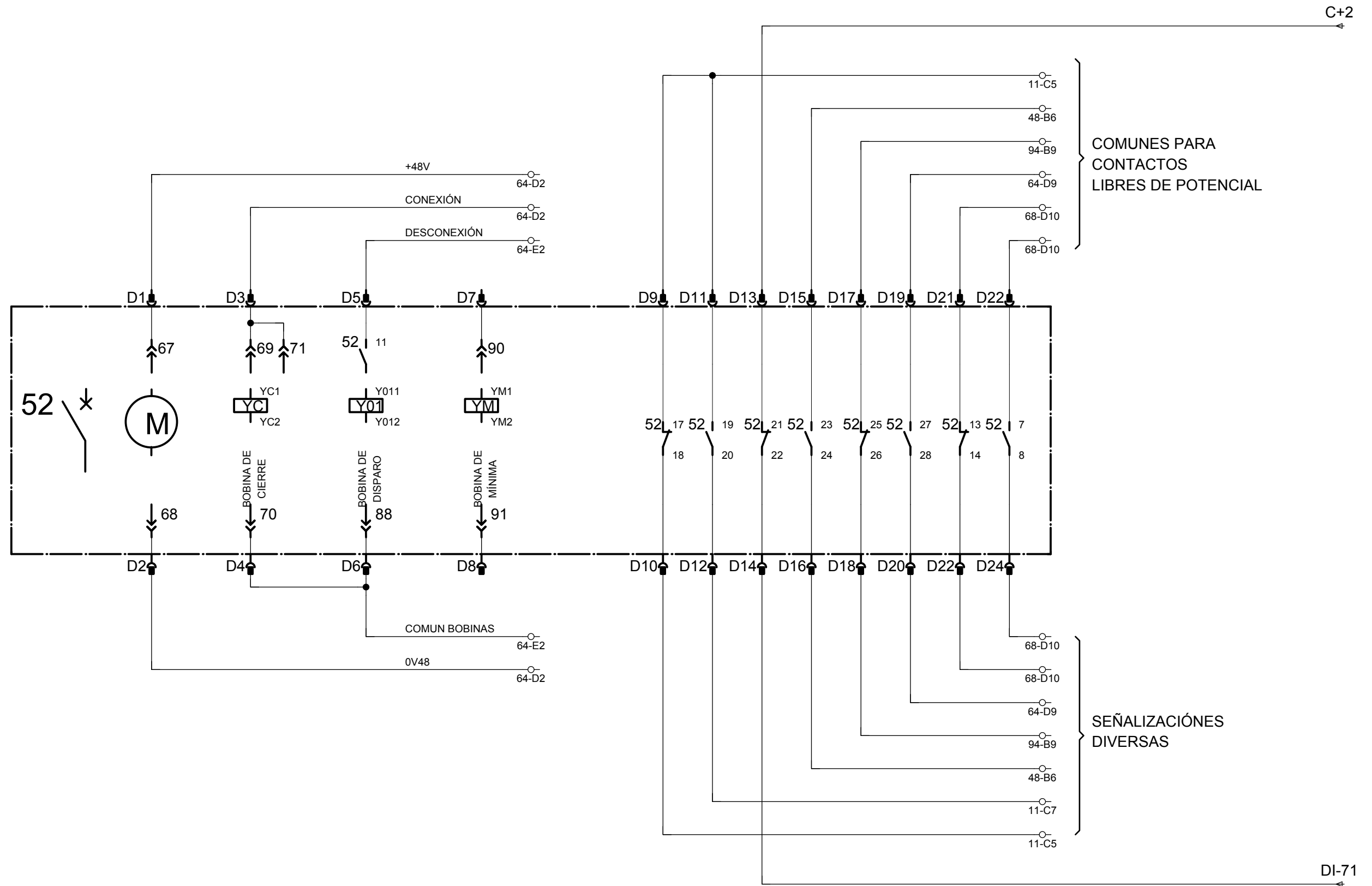




**CABINA 1**  
LLEGADA DE  
ACOMETIDA

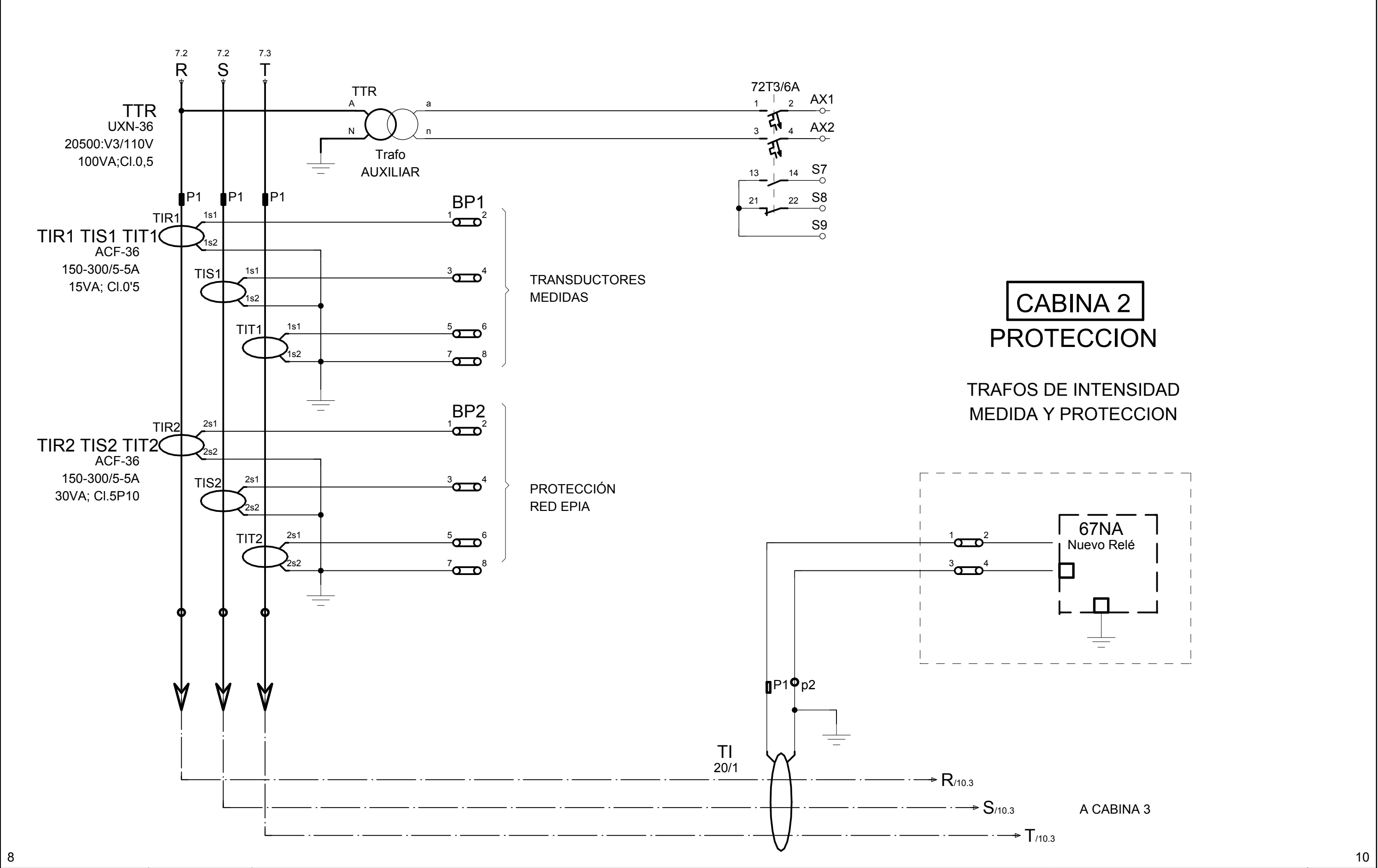
ACOMETIDA

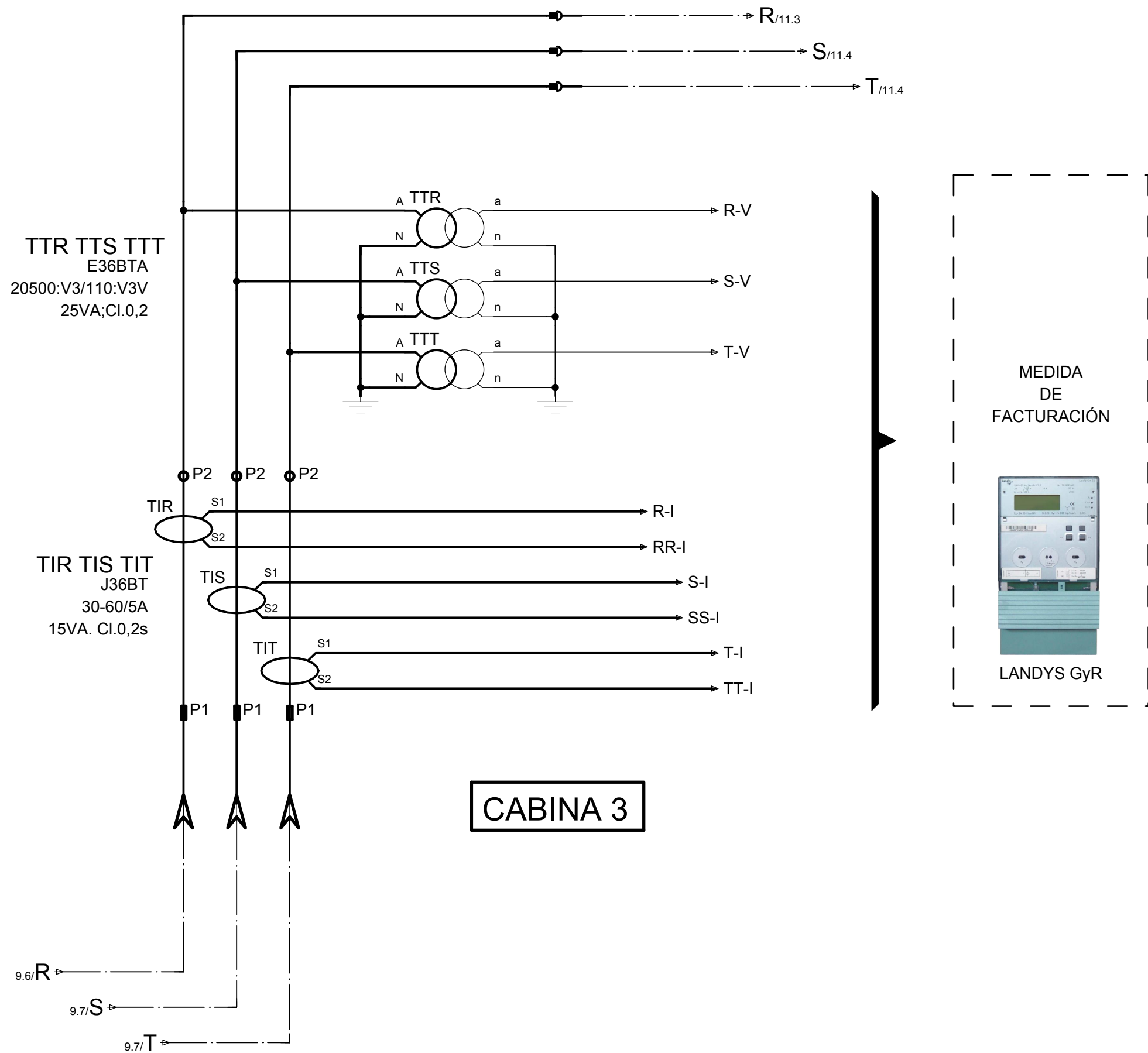


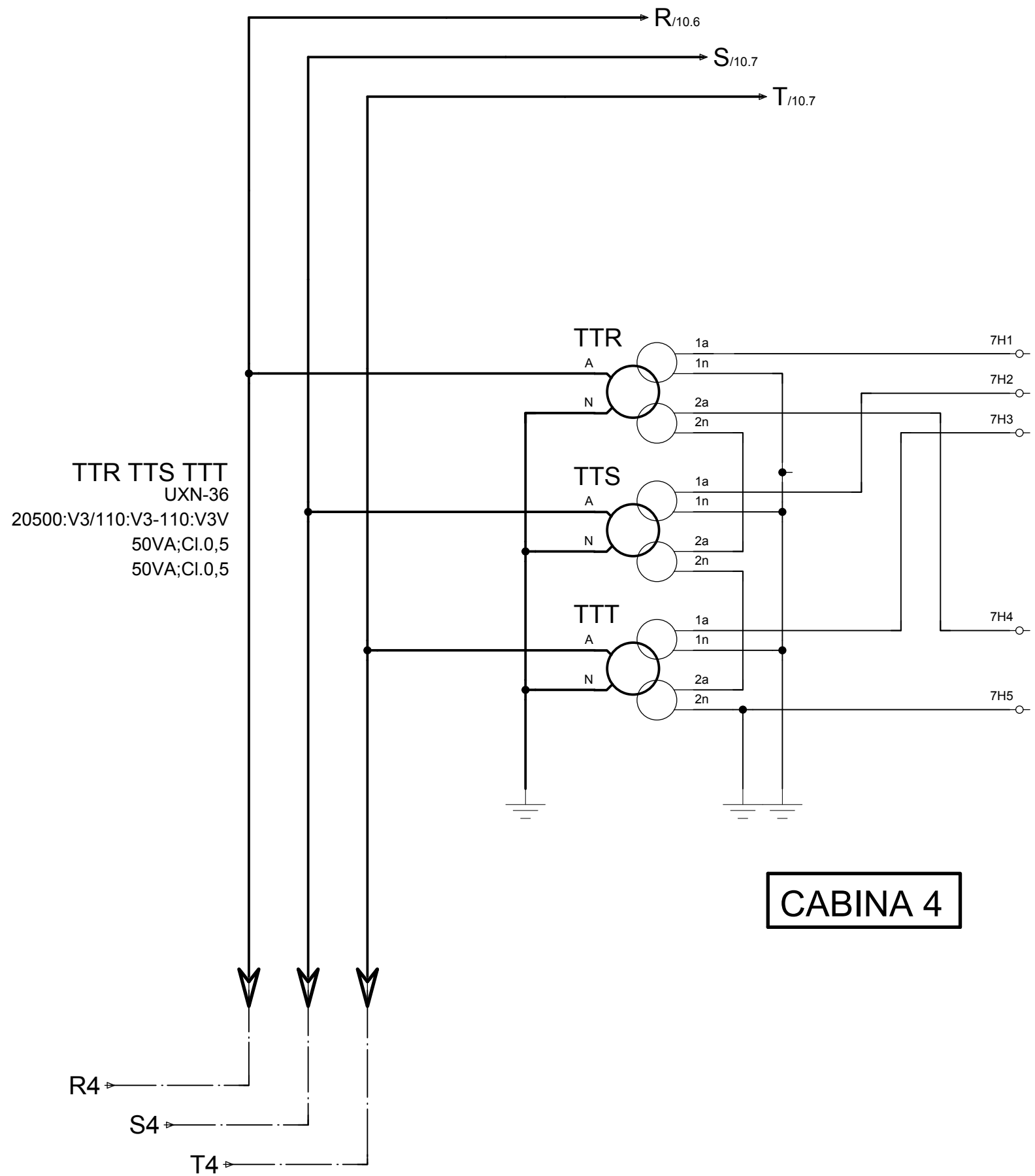


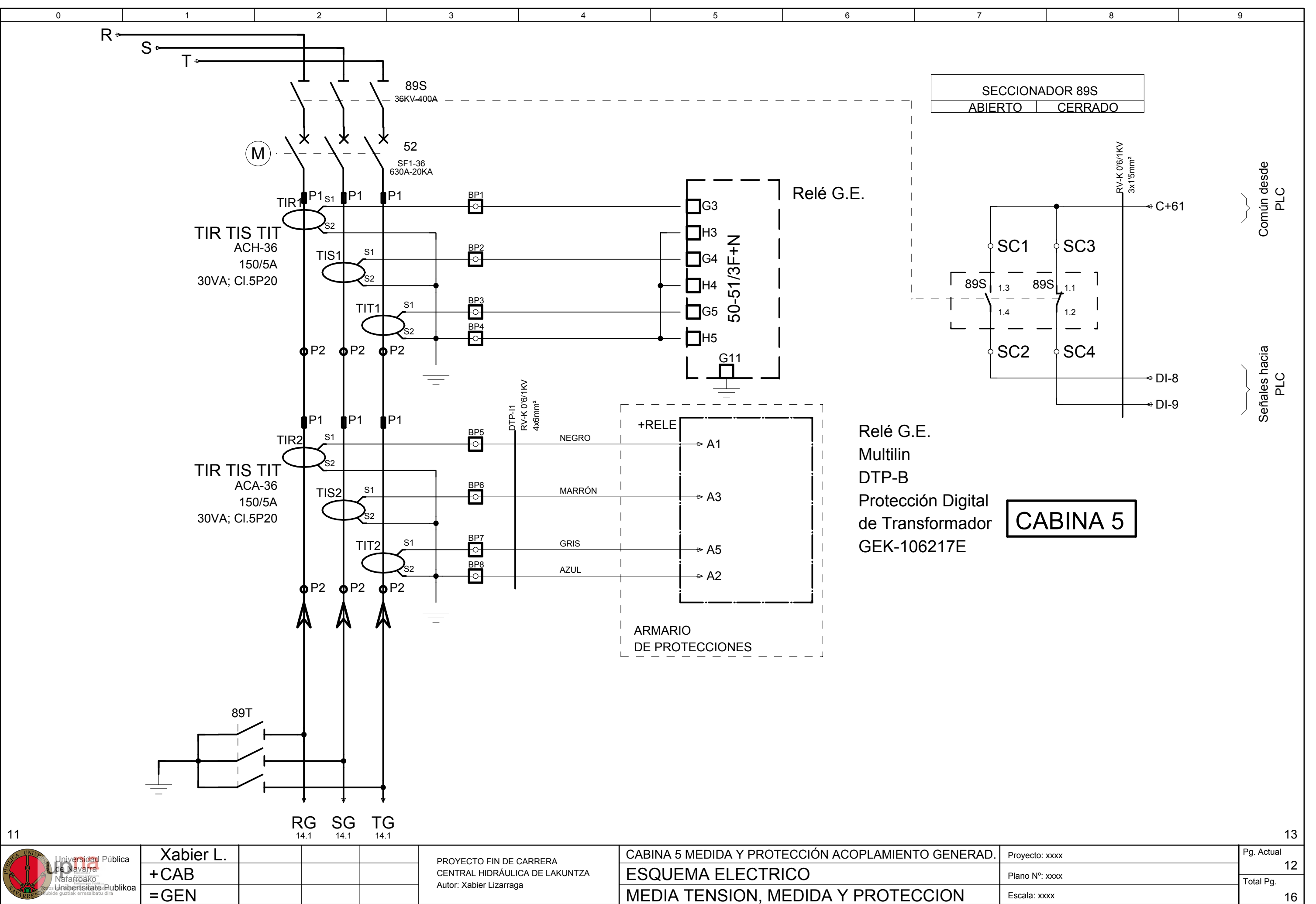
ESTE ESQUEMA ESTA REPRESENTADO EN POSICION ABIERTO CON TENSORES DE CIERRE Y APERTURA DESTENSADOS

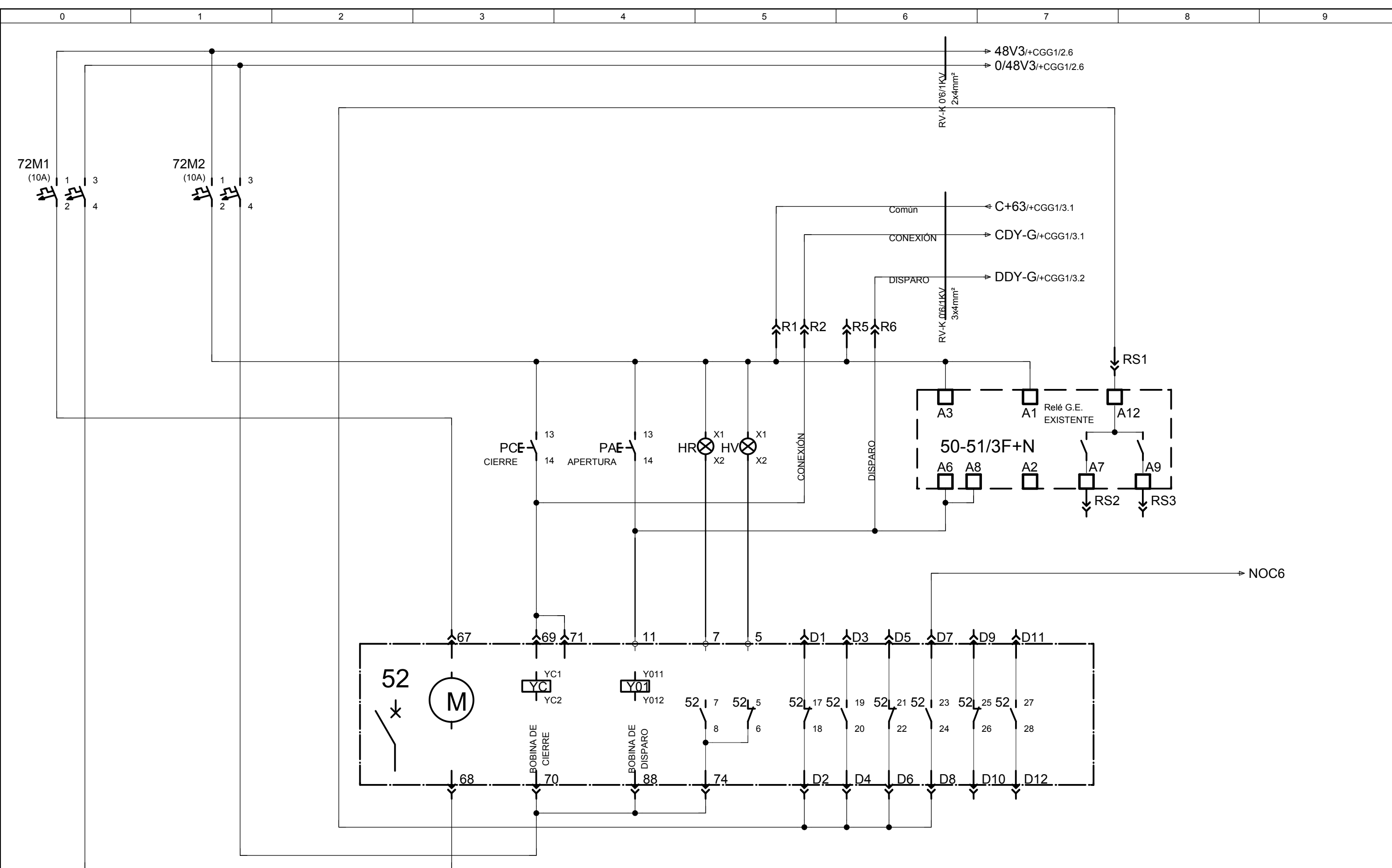




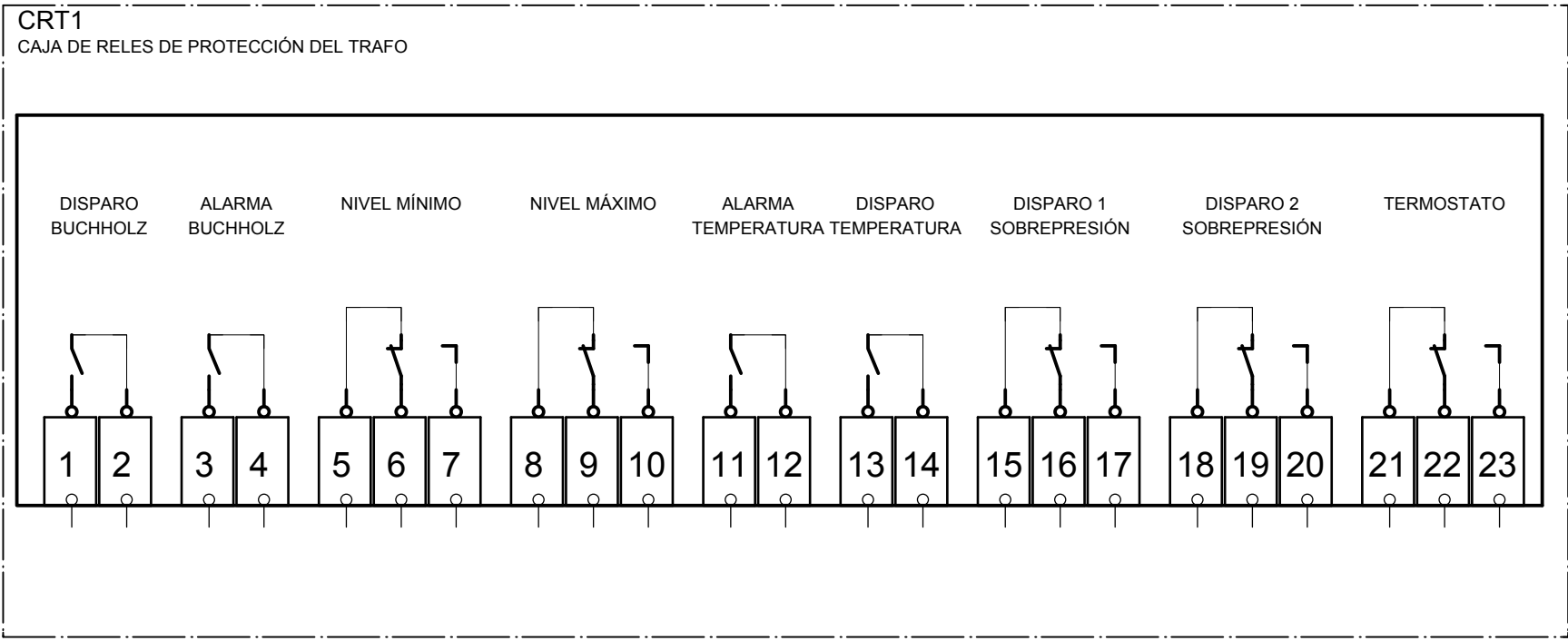
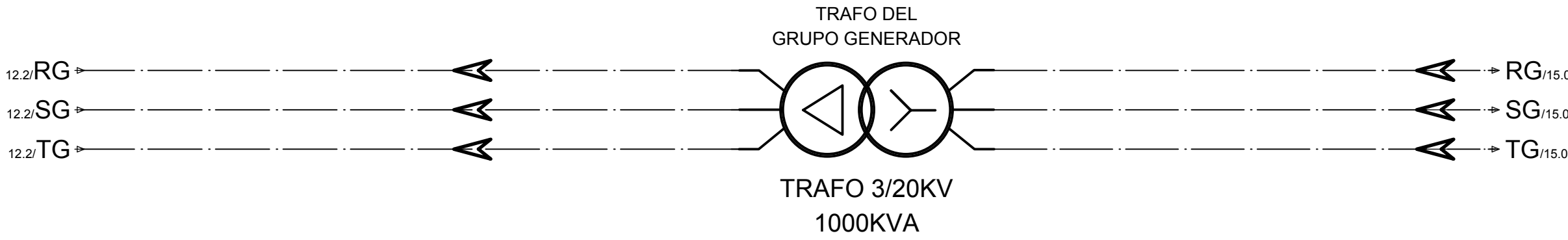






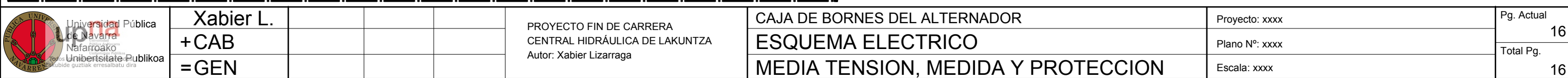


ESTE ESQUEMA ESTA REPRESENTADO EN POSICION ABIERTO CON TENSORES DE CIERRE Y APERTURA DESTENSADOS











# UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Descripción 1 :

PROYECTO FIN DE CARRERA:  
CENTRAL HIDRÁULICA  
DE LAKUNTZA

Descripción 2 :

ESQUEMA ELÉCTRICO MANDO; SINCRONIZACIÓN,  
ACOPLAMIENTO Y REGULACIÓN

Autor :

XABIER LIZARRAGA

Elaborado el:

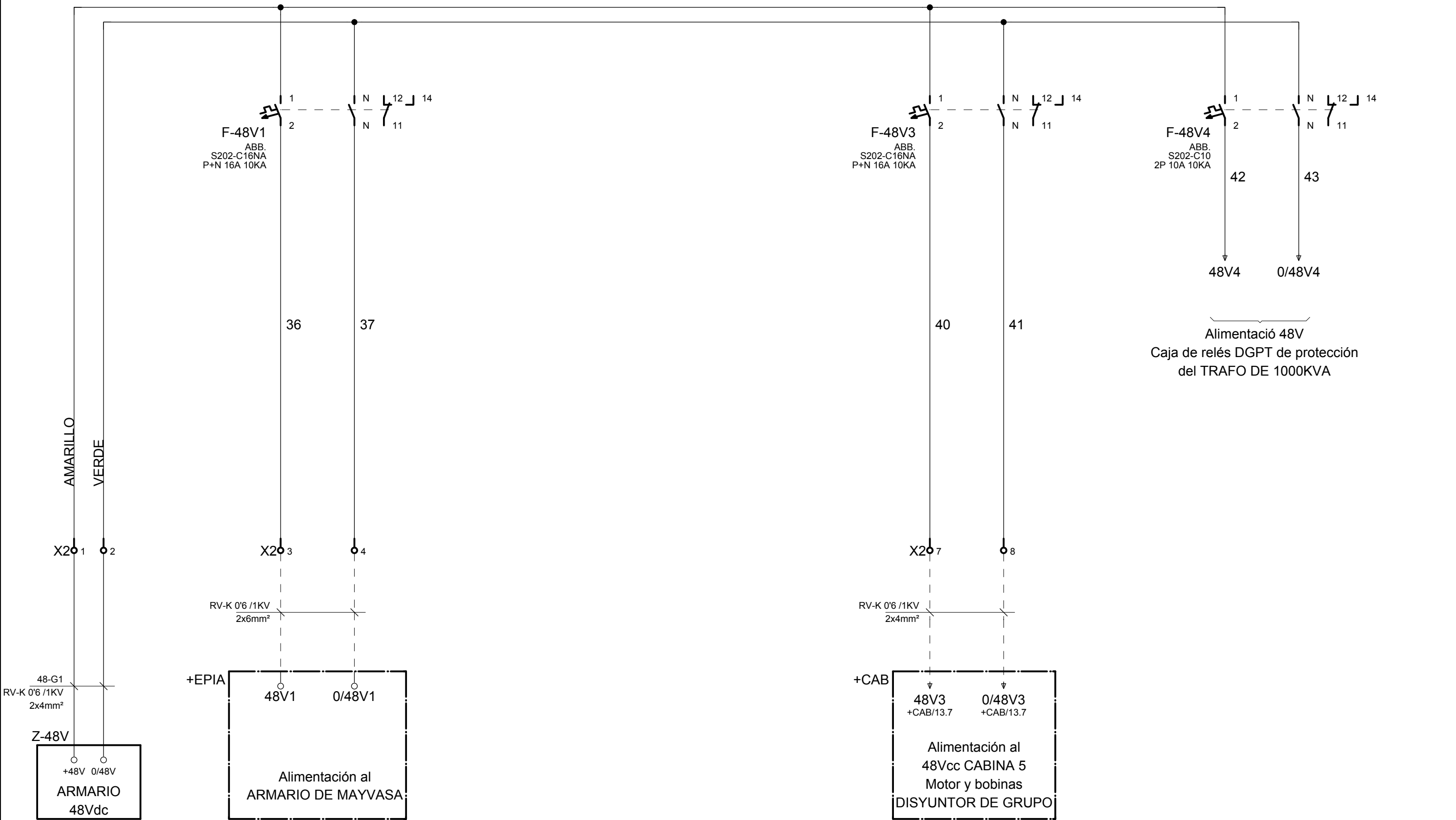
10.07.12

por (abrev.):

XAB

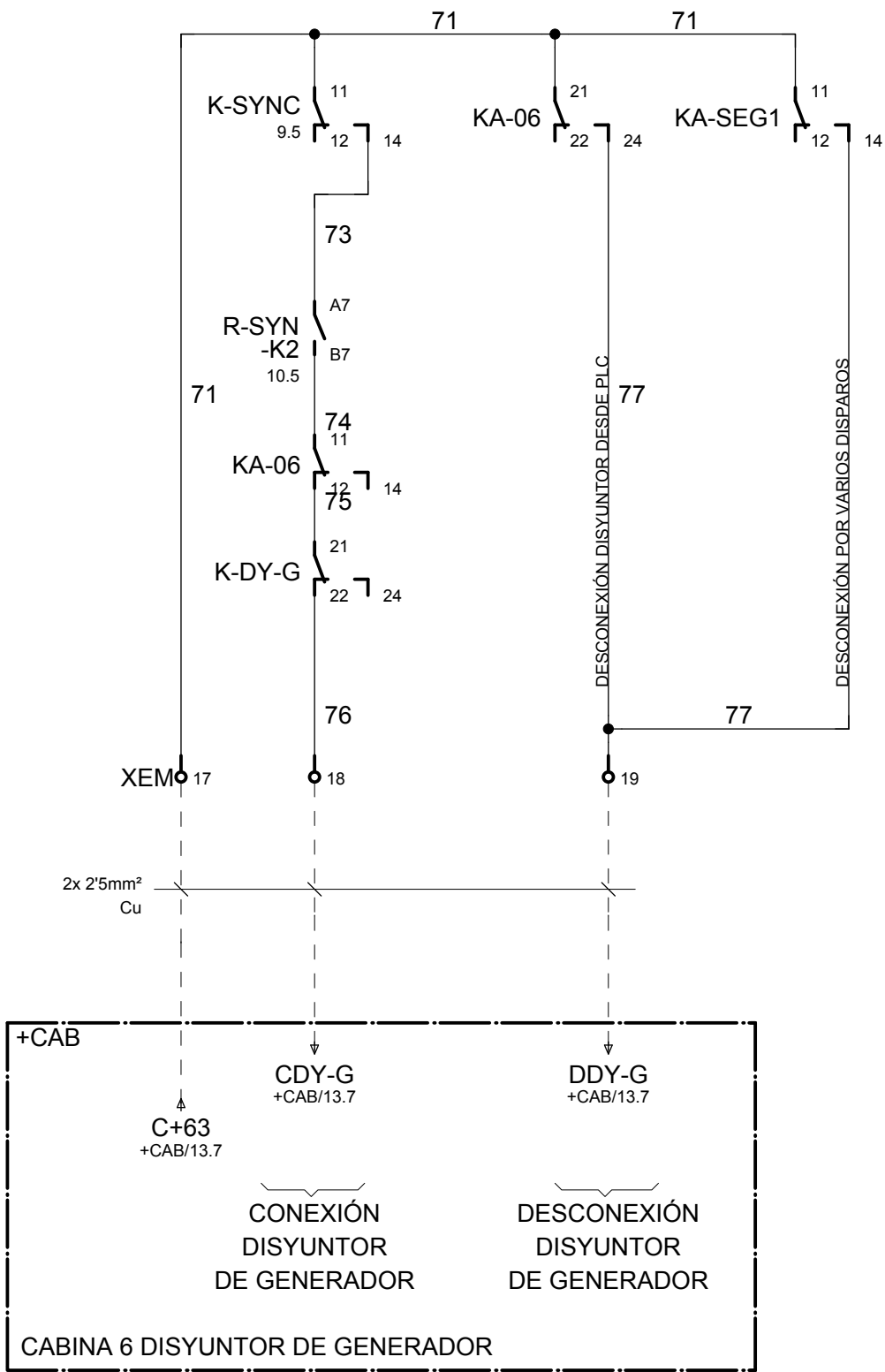
Hasta Página:

10



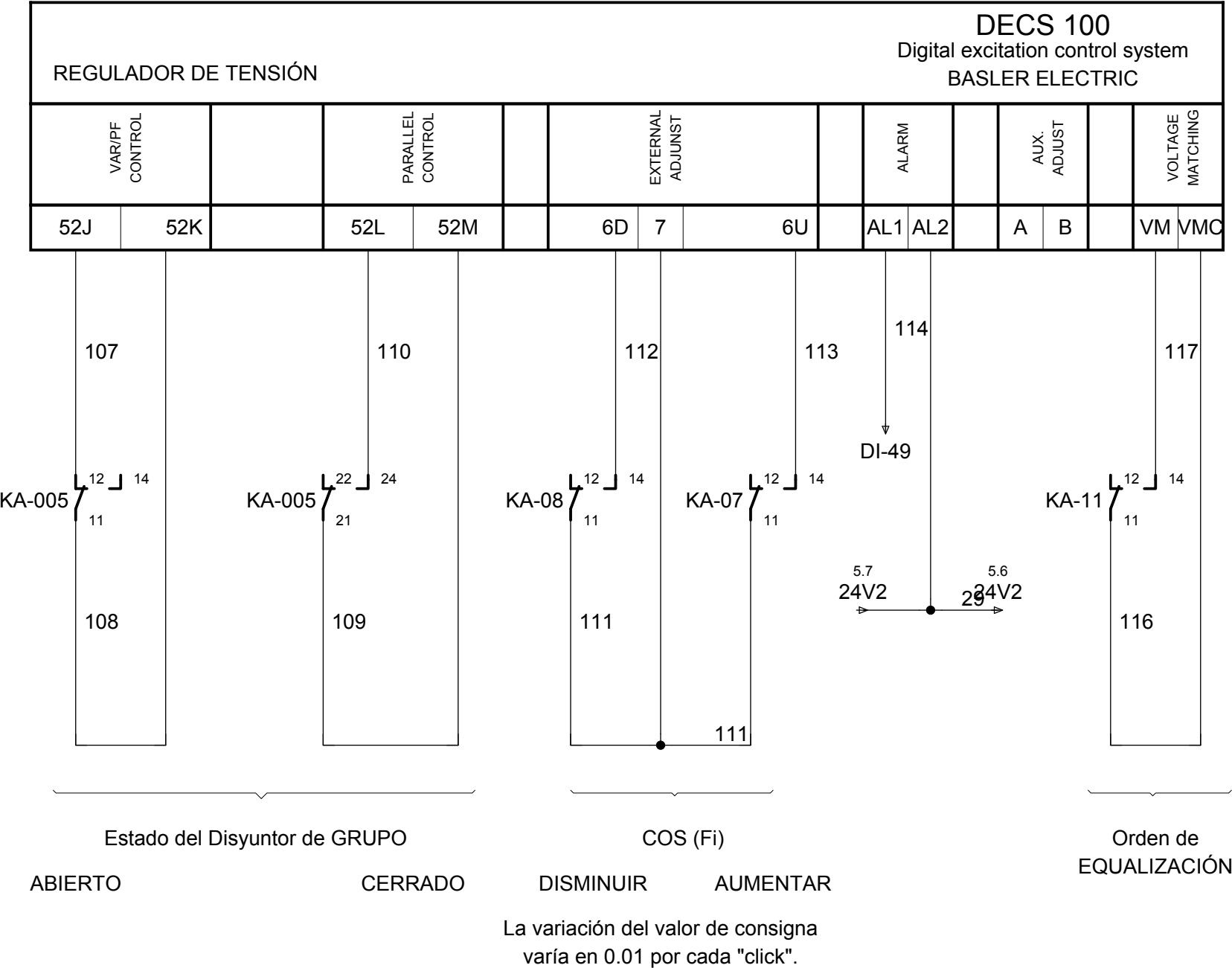
ALIMENTACION DESDE  
ARMARIO DE BATERIAS

MANDO BOBINA  
DISYUNTOR DE GENERADOR









ANALIZADOR DE REDES

CVMk







Dimensiones:  
144x144x72mm  
(Ancho x Alto x Fondo)

Agujero al frontal  
del cuadro de:  
138 x 138mm  
(Ancho x Alto)

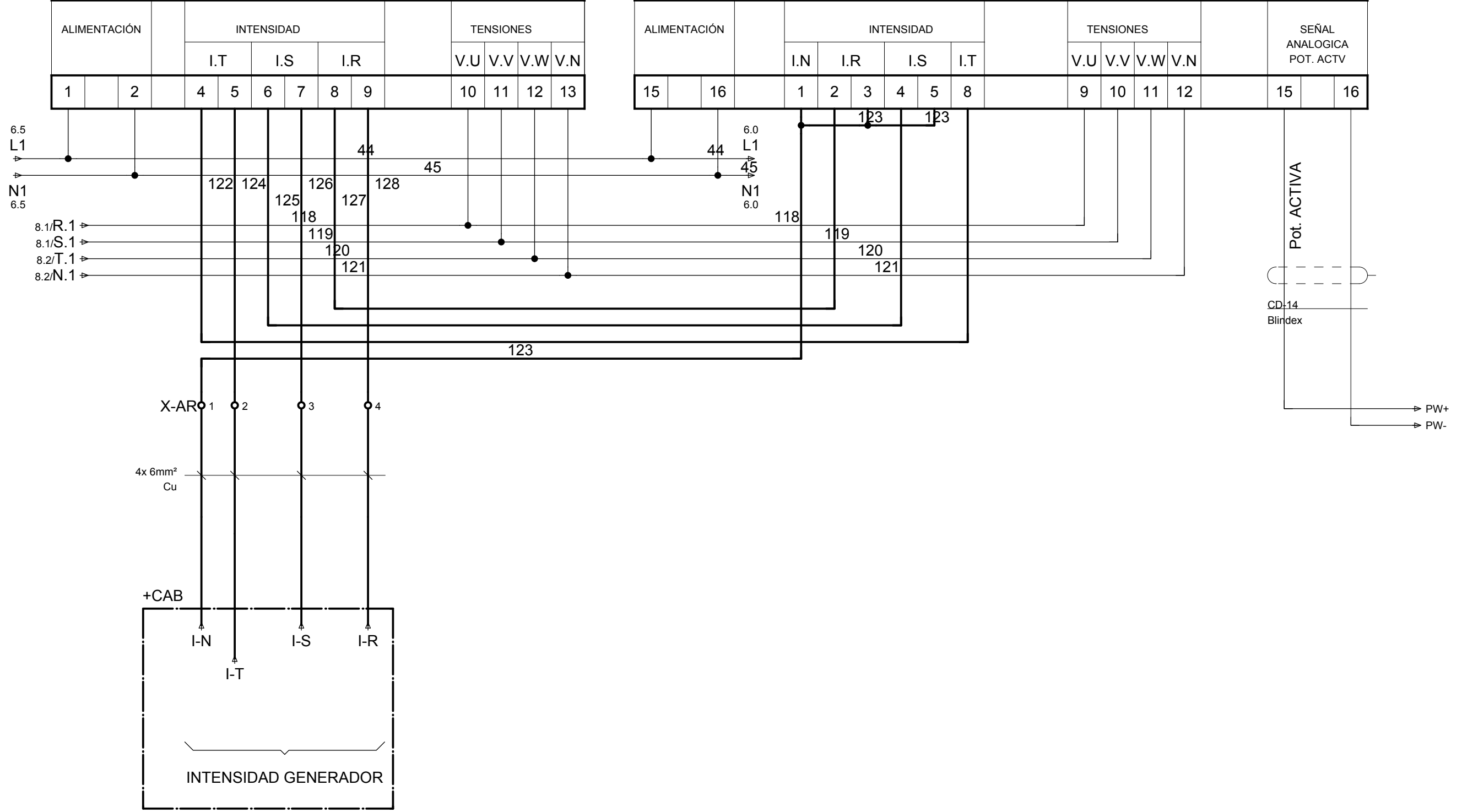
CONVERTIDOR DE POTENCIA

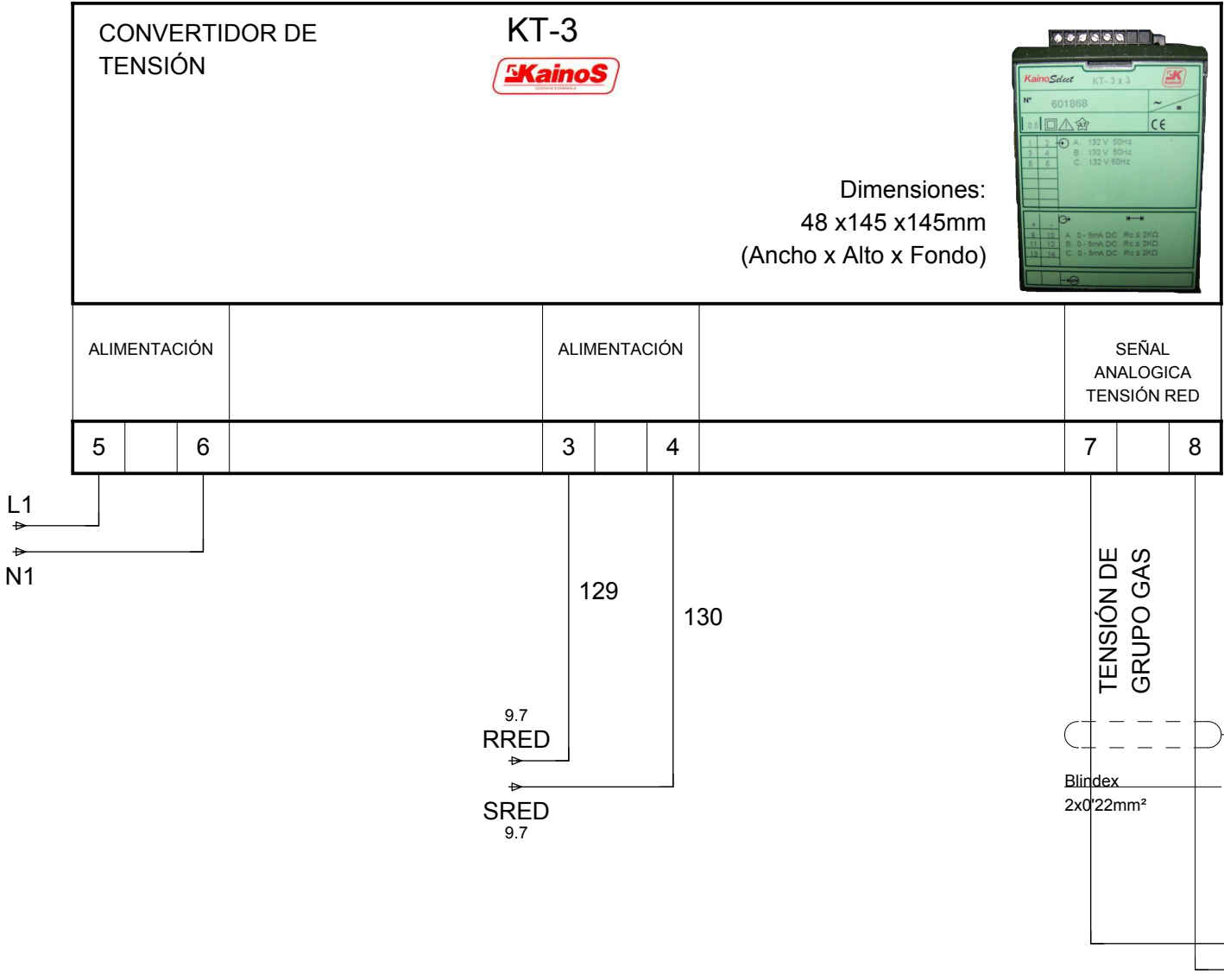
KW-3

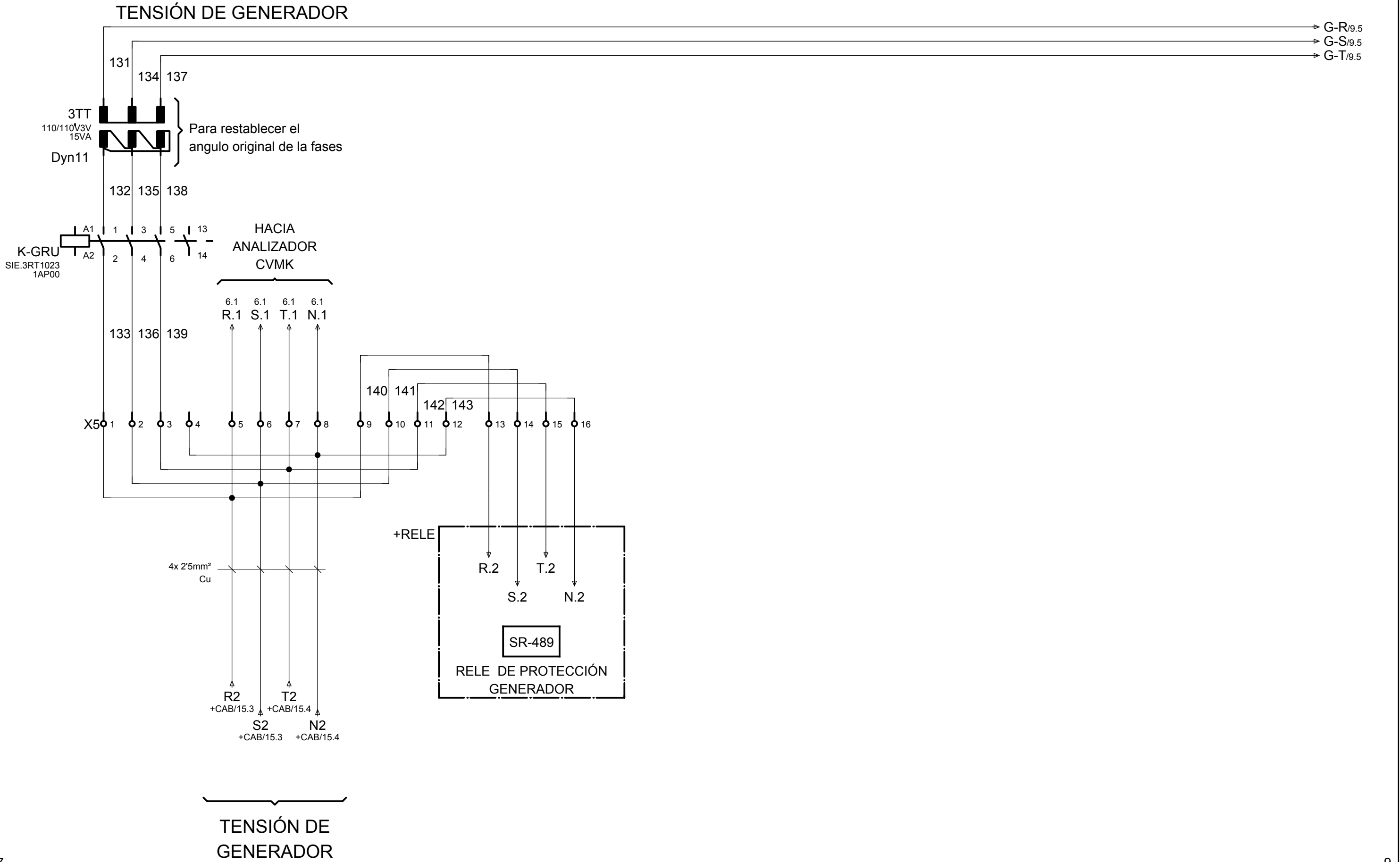


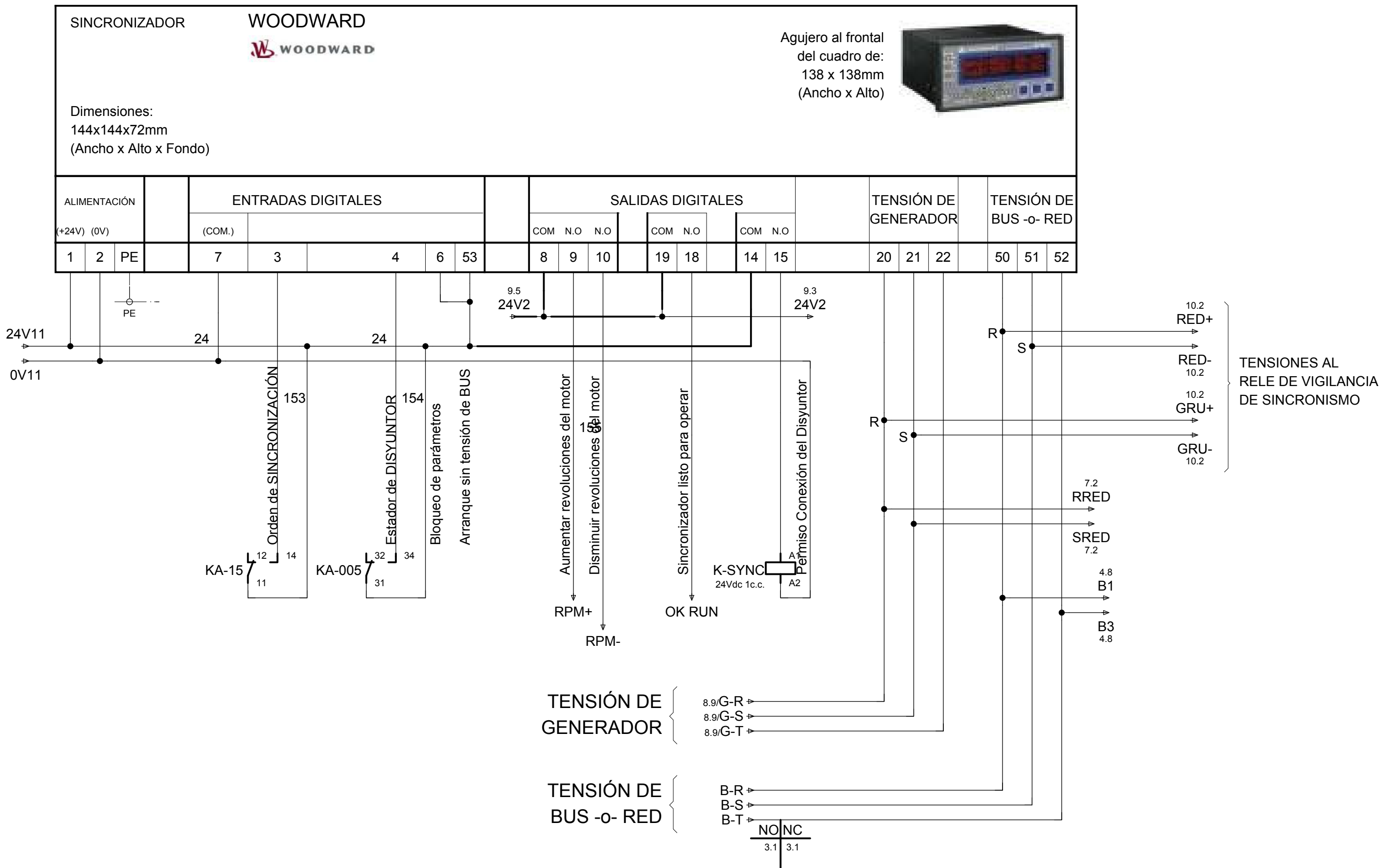


Dimensiones:  
76 x145 x145  
(Ancho x Alto x Fondo)

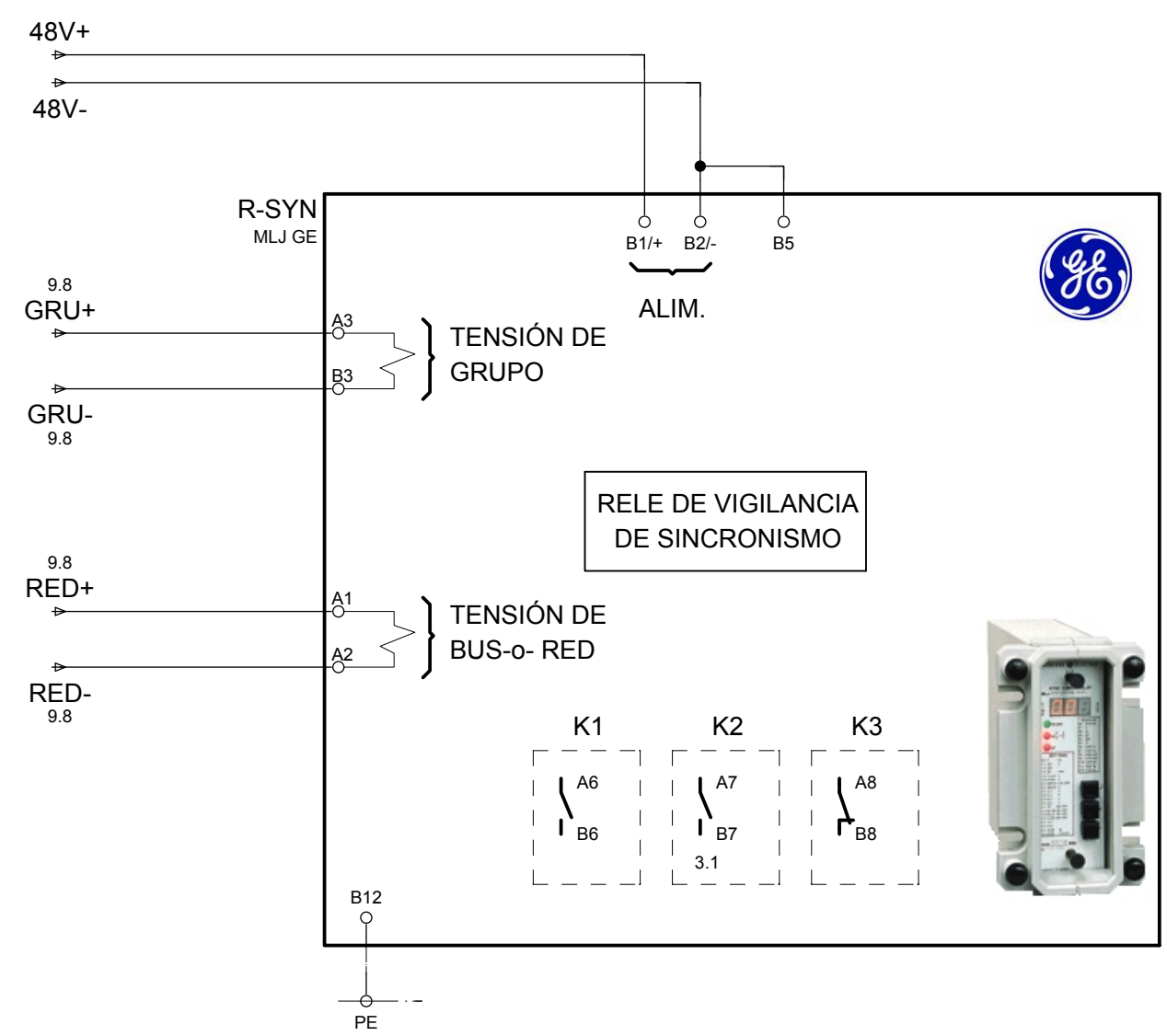








RELE DE VIGILANCIA DE SINCRONISMO







## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación: INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELECTRICO

Título del proyecto: GENERACIÓN ELÉCTRICA EN UNA MINICENTRAL DE  
LAKUNTZA

ANEXO 5: Presupuesto

Xabier Lizarraga Andueza

Blas Hermoso Alameda

Justo García Ortega

Pamplona, 19 de Julio de 2012

**Presupuesto de la Instalación de la Central Hidráulica.**

**Capítulo 1: Escala de Peces y Escotadura de Atracción**

**Escala de Peces**

		Cantidad	Precio	Importe
<b>1.1</b>	<b>M<sup>3</sup> Excavación cualquier terreno</b>	119 m <sup>3</sup>	13 €/m <sup>3</sup>	<b>1547 €</b>
	Excavación en tipo de terreno adyacente a Azud/ Presa en el lado izquierdo del río. Profundidad máxima de 3.5 m. Ancho de 2.5 m con una longitud de 13 m. Retirada de escombros con camión. Presa provisional para la realización de la escala de peces. Mano de obra asociada.			
<b>1.2</b>	<b>M<sup>3</sup> Rebaje de muro de atracción</b>	16.9 m <sup>3</sup>	30 €/m <sup>3</sup>	<b>507 €</b>
	Rebaje de coronación de presa de 1.1 m y L=4.35 m, Mano de obra asociada.			
<b>1.3</b>	<b>Kg de Acero corrugado B 400 S</b>	11700 kg	1.1 €/kg	<b>12870 €</b>
	Acero corrugado de alta adherencia, B-400S, en cilindros para armar, incluso doblado, medido, cortado, colocación, recortado, medios auxiliares. Mano obra asociada.			
<b>1.4</b>	<b>M<sup>3</sup> Hormigón HA-25</b>	13.3 m <sup>3</sup>	40 €/m <sup>3</sup>	<b>532 €</b>
	Hormigón HA ( $F_{ck} > 25 \text{ N/mm}^2$ ) elaborado con cemento Resistente a los sulfatos y árido calizo de tamaño 20 mm Para armar, que incluye fabricación, puesta en obra, vibrado por medios mecánicos, rasante, aditivos, curado y medios auxiliares. Mano obra asociada.			
<b>1.5</b>	<b>M<sup>3</sup> Formación muro de mampostería</b>	15 m <sup>3</sup>	150 €/m <sup>3</sup>	<b>2250 €</b>
	Formación de muro de mampostería, concertada a dos Caras y recibidas con mortero de cemento. Reconstrucción de escotadura con cerramiento de piedra formado de 0.4 m de grosor. Mano de obra asociada.			

**TOTAL CAPITULO 1.....17706.9 €**

**Capitulo 2: Toma**

		Cantidad	Precio	Importe
<b>2.1</b>	<b>M<sup>3</sup> Excavación cualquier terreno</b>	287.97 m <sup>3</sup>	13€/m <sup>3</sup>	<b>3743.64 €</b>
	Excavación en tipo de terreno a cualquier profundidad en zanjas y obras de fábrica, incluso entibación, agotamiento, transporte de los productos sobrantes al vertedero, camión de vertido y medios auxiliares. Incluida presas temporales para trabajar. Mano de obra asociada.			
<b>2.2</b>	<b>Kg de Acero corrugado B 400 S</b>	54488.08 kg	1.1 €/Kg	<b>59936.8 €</b>
	Acero corrugado de alta adherencia, B-400S, en cilindros para armar, incluso doblado, medido, cortado, colocación, recortado, medios auxiliares. Mano de obra asociada.			
<b>2.3</b>	<b>M<sup>3</sup> Hormigón HA-25</b>	61.8 m <sup>3</sup>	40 €/m <sup>3</sup>	<b>2472 €</b>
	Hormigón HA ( $F_{ck} > 25 \text{ N/mm}^2$ ) elaborado con cemento Resistente a los sulfatos y árido calizo de tamaño 20 mm Para armar, que incluye fabricación, puesta en obra, vibrado por medios mecánicos, rasante, aditivos, curado y medios auxiliares. Mano de obra asociada.			
<b>2.4</b>	<b>Zahorra Compactadas</b>	43.5 m <sup>3</sup>	23 €/m <sup>3</sup>	<b>985.5 €</b>
	Suministro y colocación de material granular tipo zahorra Para nivelación de zanja, incluso extendida y compactada Mecánico. Mano de obra asociada.			
<b>2.5</b>	<b>Rejilla de Gruesos</b>	1 unidad	4688€/unidad	<b>4688 €</b>
	Suministro y colocación de una rejilla de gruesos de dimensión de base 5 metros, y altura de 2.5 metros. Mano de obra asociada.			
<b>2.6</b>	<b>Compuerta Vagón Inicio Canal</b>	1 unidad	17289€/unidad	<b>17289 €</b>
	Suministro y colocación de compuerta de chapa de acero de 10 mm de espesor de dimensiones 5000 x 2500 mm. Tipo vagón de accionamiento hidráulico, dotada de un pistón de doble efecto			

con solenoide y deslizamiento por 8 rodamientos  
 de neopreno con casquillo de bronce, incluso  
 marco de perfil UPN-100 e imprimación con 2  
 capas anti oxido y 3 capas de pintura epoxi  
 bituminosa de 300 micras de espesor total.  
 Mano de obra asociada.

**TOTAL CAPITULO 2.....89115.14 €**

**Capitulo 3: Canal de transporte**

		Cantidad	Precio	Importe
<b>3.1</b>	<b>M<sup>3</sup> Excavación cualquier terreno</b>	14025m <sup>3</sup>	13 €/m <sup>3</sup>	<b>182325 €</b>
	Excavación en tipo de terreno a cualquier profundidad en zanjas y obras de fábrica, incluso entibación, agota- miento, transporte de los productos sobrantes al ver- tederero, camión de vertido y medios auxiliares. Mano de obra asociada.			
<b>3.2</b>	<b>M<sup>3</sup> Hormigón HA-25</b>	2200 m <sup>3</sup>	40€/m <sup>3</sup>	<b>88000 €</b>
	Hormigón HA (Fck> 25 N/mm <sup>2</sup> ) elaborado con cemento Resistente a los sulfatos y árido calizo de tamaño 20 mm Para armar, que incluye fabricación, puesta en obra, vi- brado por medios mecánicos, rasante, aditivos, curado y medios auxiliares. Mano de obra asociada.			
<b>3.3</b>	<b>Kg de Acero corrugado B 400 S</b>	169030kg	1.1 €/kg	<b>185933 €</b>
	Acero corrugado de alta adherencia, B-400S, en cilind- ros para armar, incluso doblado, medido, cortado, colo- cacion, recortado, medios auxiliares. Mano de obra asociada.			
<b>3.4</b>	<b>Zahorra Compactadas</b>	3575 m <sup>3</sup>	23€/m <sup>3</sup>	<b>82225 €</b>
	Suministro y colocación de material granular tipo zahorra Para nivelación de zanja, incluso extendida y compactada Mecánico. Mano de obra asociada.			

**TOTAL CAPITULO 3.....53848 €**

#### Capítulo 4: Cámara de Carga

		Cantidad	Precio	Importe
<b>4.1</b>	<b>M<sup>3</sup> Excavación cualquier terreno</b>	981.37m <sup>3</sup>	13 €/m <sup>3</sup>	<b>12757.81 €</b>
	Excavación en tipo de terreno a cualquier profundidad en zanjas y obras de fábrica, incluso entibación, agotamiento, transporte de los productos sobrantes al vertedero, camión de vertido y medios auxiliares. C.			
<b>4.2</b>	<b>M<sup>3</sup> Hormigón HA-25</b>	182 m <sup>3</sup>	40 €/m <sup>3</sup>	<b>7280 €</b>
	Hormigón HA (Fck> 25 N/mm <sup>2</sup> ) elaborado con cemento Resistente a los sulfatos y árido calizo de tamaño 20 mm Para armar, que incluye fabricación, puesta en obra, vibrado por medios mecánicos, rasante, aditivos, curado y medios auxiliares . Mano de obra asociada.			
<b>4.3</b>	<b>Kg de Acero corrugado B 400 S</b>	13980.68kg	1.1 €/kg	<b>15278.7 €</b>
	Acero corrugado de alta adherencia, B-400S, en cilindros para armar, incluso doblado, medido, cortado, colocación, recortado, medios auxiliares. Mano de obra asociada.			
<b>4.4</b>	<b>Zahorra Compactadas</b>	45.5 m <sup>3</sup>	23 €/m <sup>3</sup>	<b>1046.5 €</b>
	Suministro y colocación de material granular tipo zahorra Para nivelación de zanja, incluso extendida y compactada Mecánico. Mano de obra asociada.			
<b>4.5</b>	<b>Rejilla de Finos</b>	1 unidad	32000 €/un.	<b>32000 €</b>
	Suministro y colocación de la reja de finos de 7000 x 4500 mm a base de barra de acero A-37 De 10 x 40 mm a 25 mm de paso, incluidos montantes Mano de obra asociada.			
<b>4.7</b>	<b>Limpia Rejas</b>	1 unidad	10000 €/un.	<b>10000 €</b>
	Limpia rejas, que tiene como misión limpiar la rejilla de finos, se acciona con un motor de 3Kw y dispone de unos peines de acero para la limpieza. Mano de obra asociada.			

**4.8 Compuerta Vagón Cámara de Carga** 1 unidad 16223 €/un. **16223 €**

Suministro y colocación de compuerta de chapa de acero de 10 mm de espesor de dimensiones 5000 x 2500 mm. Tipo vagón de accionamiento hidráulico, dotada de un pistón de doble efecto con solenoide y deslizamiento por 8 rodamientos de neopreno con casquillo de bronce, incluso marco de perfil UPN-100 e imprimación con 2 capas anti oxido y 3 capas de pintura epoxi bituminosa de 300 micras de espesor total. Mano de obra asociada.

**TOTAL CAPITULO 4.....94586.51 €**

#### Capitulo 5: Canal lateral

		Cantidad	Precio	Importe
<b>5.1 M<sup>3</sup> Excavación cualquier terreno</b>		994 m <sup>3</sup>	13 €/m <sup>3</sup>	<b>12922 €</b>

Excavación en tipo de terreno a cualquier profundidad en zanjas y obras de fábrica, incluso entibación, agotamiento, transporte de los productos sobrantes al vertedero, camión de vertido y medios auxiliares. Mano de obra asociada.

<b>5.2 M<sup>3</sup> Hormigón HA-25</b>		49 m <sup>3</sup>	40 €/m <sup>3</sup>	<b>1960 €</b>
---	--	-------------------	---------------------	---------------

Hormigón HA ( $F_{ck} > 25 \text{ N/mm}^2$ ) elaborado con cemento Resistente a los sulfatos y árido calizo de tamaño 20 mm Para armar, que incluye fabricación, puesta en obra, vibrado por medios mecánicos, rasante, aditivos, curado y medios auxiliares. Mano de obra asociada.

<b>5.3 Kg de Acero corrugado B 400 S</b>		3759.28kg	1.1 €/kg	<b>4135.20 €</b>
--	--	-----------	----------	------------------

Acero corrugado de alta adherencia, B-400S, en cilindros para armar, incluso doblado, medido, cortado, colocación, recortado, medios auxiliares. Mano de obra asociada.

<b>5.4 Zahorra Compactadas</b>		73.5 m <sup>3</sup>	23 €/m <sup>3</sup>	<b>1690.5 €</b>
--------------------------------	--	---------------------	---------------------	-----------------



Suministro y colocación de material granular tipo zahorra  
 Para nivelación de zanja, incluso extendida y compactada  
 Mecánico. Mano de obra asociada.

<b>5.5</b>	<b>Compuerta Arenera</b>	1 unidad	12289 €/un.	<b>12289 €</b>
------------	--------------------------	----------	-------------	----------------

Suministro y colocación de compuerta de chapa  
 de acero de 6 mm de espesor de dimensiones  
 2300 x 1200 mm. Tipo vagón de accionamiento  
 manualmente y deslizamiento por 8 rodamientos  
 de neopreno con casquillo de bronce, incluso  
 marco de perfil UPN-100 e imprimación con 2  
 capas anti oxido y 3 capas de pintura epoxi  
 bituminosa de 300 micras de espesor total.  
 Mano de obra asociada.

**TOTAL CAPITULO 5.....32997.2 €**

#### Capitulo 6: Sala de maquinas/ Central

		Cantidad	Precio	Importe
<b>6.1</b>	<b>M<sup>3</sup> Excavación cualquier terreno</b>	81.37 m <sup>3</sup>	13 €/m <sup>3</sup>	<b>1057.81 €</b>

Excavación en tipo de terreno a cualquier profundidad  
 en zanjas y obras de fábrica, incluso entibación, agota-  
 miento, transporte de los productos sobrantes al ver-  
 tedero, camión de vertido y medios auxiliares.  
 Mano de obra asociada.

<b>6.2</b>	<b>M<sup>3</sup> Hormigón HA-25</b>	32.55 m <sup>3</sup>	40 €/m <sup>3</sup>	<b>1302 €</b>
------------	-------------------------------------	----------------------	---------------------	---------------

Hormigón HA (Fck> 25 N/mm<sup>2</sup>) elaborado con cemento  
 Resistente a los sulfatos y árido calizo de tamaño 20 mm  
 Para armar, que incluye fabricación, puesta en obra, vi-  
 brado por medios mecánicos, rasante, aditivos, curado  
 y medios auxiliares. Mano de obra asociada.

<b>6.3</b>	<b>Kg de Acero corrugado B 400 S</b>	2503.9kg	1.1 €/kg	<b>3255.07 €</b>
------------	--------------------------------------	----------	----------	------------------

Acero corrugado de alta adherencia, B-400S, en cilind-  
 ros para armar, incluso doblado, medido, cortado, colo-  
 cacion, recortado, medios auxiliares. Mano de obra asociada.

<b>6.4</b>	<b>Elementos de construcción</b>		59736	<b>59736 €</b>
------------	----------------------------------	--	-------	----------------

Ladrillos, vigas..... Mano de obra asociada.

**6.5 Puente grúa** 1 unidad 28076 €/un. **28076 €**

Puente grúa de la marga Jaso de 16 T. Peso de la grúa 4.45T.  
 Incluye mano de obra, montaje y puesta en marcha

**TOTAL CAPITULO 6.....93447.32 €**

**Capitulo7: Canal de Restitución**

		Cantidad	Precio	Importe
<b>7.1</b>	<b>M<sup>3</sup> Excavación cualquier terreno</b>	4725 m <sup>3</sup>	13 €/m <sup>3</sup>	<b>61425 €</b>
	Excavación en tipo de terreno a cualquier profundidad en zanjas y obras de fábrica, incluso entibación, agotamiento, transporte de los productos sobrantes al vertedero, camión de vertido y medios auxiliares. Mano de obra asociada.			
<b>7.2</b>	<b>M<sup>3</sup> Hormigón HA-25</b>	780 m <sup>3</sup>	40 €/m <sup>3</sup>	<b>31200 €</b>
	Hormigón HA (Fck> 25 N/mm <sup>2</sup> ) elaborado con cemento Resistente a los sulfatos y árido calizo de tamaño 20 mm Para armar, que incluye fabricación, puesta en obra, vibrado por medios mecánicos, rasante, aditivos, curado y medios auxiliares.Mano de obra asociada.			
<b>7.3</b>	<b>Kg de Acero corrugado B 400 S</b>	56320.6kg	1.1 €/kg	<b>61952.6 €</b>
	Acero corrugado de alta adherencia, B-400S, en cilindros para armar, incluso doblado, medido, cortado, colocacion, recortado, medios auxiliares. Mano de obra asociada.			
<b>7.4</b>	<b>Zahorra Compactadas</b>	1050 m <sup>3</sup>	23 €/m <sup>3</sup>	<b>24150 €</b>
	Suministro y colocación de material granular tipo zahorra Para nivelación de zanja, incluso extendida y compactada Mecánico. Mano de obra asociada.			
<b>7.5</b>	<b>Compuerta Vagón Canal de Restitución</b>	2 unidades	18362 €/un.	<b>36652 €</b>
	Suministro y colocación de compuerta de chapa de acero de 10 mm de espesor de dimensiones			

5000 x 2500 mm. Tipo vagón de accionamiento hidráulico, dotada de un pistón de doble efecto con solenoide y deslizamiento por 8 rodamientos de neopreno con casquillo de bronce, incluso marco de perfil UPN-100 e imprimación con 2 capas anti oxido y 3 capas de pintura epoxi bituminosa de 300 micras de espesor total. Incluye conexionado eléctrico e hidráulico. Mano de obra asociada.

**TOTAL CAPITULO 7.....215379.66 €**

#### Capitulo 8: Componentes eléctricos de la instalación

	Cantidad	Precio	Importe
8.1 <b>Generador</b> Generador de 540 Kw/600KVA/3000V. Incluye mano de obra, montaje y puesta en marcha.	1 unidad	2650000 €/un.	<b>265000 €</b>
8.2 <b>Celdas de control y transformador</b> Incluye mano de obra, montaje y puesta en marcha	1 unidad	225360 €/un.	<b>225360 €</b>
8.3 <b>Elementos Eléctricos e instalación</b> Incluye mano de obra, montaje y puesta en marcha.		125000	<b>125000 €</b>

**TOTAL CAPITULO 8.....615360 €**

#### Capitulo 9: Turbina

	Cantidad	Precio	Importe
9.1 <b>Turbina</b> Turbina Semi-Kaplan de 497 Kw Incluye mano de obra, montaje, transporte, conexión Puesta en marcha y grupo oleo hidráulico.	1 unidad	869840 €/un.	<b>869840 €</b>

**TOTAL CAPITULO 9.....869840 €**

#### Capitulo 10: Varios

10.1 <b>Varios</b>			<b>29361 €</b>
--------------------	--	--	----------------

TOTAL CAPITULO 10.....29361 €

#### RESUMEN DE CAPITULOS

TOTAL CAPITULO 1.....17706.9 €  
TOTAL CAPITULO 2..... 89115.14 €  
TOTAL CAPITULO 3.....538483 €  
TOTAL CAPITULO 4.....94586.51 €  
TOTAL CAPITULO 5.....32997.2 €  
TOTAL CAPITULO 6.....93447.32 €  
TOTAL CAPITULO 7.....215379.66 €  
TOTAL CAPITULO 8.....615360 €  
TOTAL CAPITULO 9.....869840 €  
TOTAL CAPITULO 10.....32436.93 €

Total de la instalación de la minicentral.....2.559.351.73 Euros

Total de la instalación de la minicentral: DOS **MILLONES QUINIENTAS CINCUENTA Y NUEVE MIL TRESCIENTAS CINCUENTAINO EUROS CON SETENTA Y TRES CENTIMOS**



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación: INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto: GENERACIÓN ELÉCTRICA EN UNA MINICENTRAL DE  
LAKUNTZA

Anexos 6 Fichas Técnicas

Xabier Lizarraga Andueza

Blas Hermoso Alameda

Justo García Ortega

Pamplona, 19 de Julio de 2012

